



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN Y ORGANIZACIÓN
EMPRESARIAL

ESTUDIO PARA LA LOCALIZACIÓN DE UN NUEVO CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

Por:

María Virginia Pérez Estevez

INFORME DE PASANTÍA

Presentado ante la Ilustre Universidad Simón Bolívar
como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero de Producción

Sartenejas, julio 2017



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN Y ORGANIZACIÓN
EMPRESARIAL

ESTUDIO PARA LA LOCALIZACIÓN DE UN NUEVO CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

Por:

María Virginia Pérez Estevez

Realizado con la asesoría de:

Tutor Académico: Gerardo Febres

Tutor Industrial: Luis Cardoso

INFORME DE PASANTÍA

Presentado ante la Ilustre Universidad Simón Bolívar
como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero de Producción

Sartenejas, julio 2017

ESTUDIO PARA LA LOCALIZACIÓN DE UN NUEVO CENTRO DE DISTRIBUCIÓN

Elaborado por: María Virginia Pérez Estevez

RESUMEN

El presente proyecto de pasantía fue realizado en la empresa portuguesa Barbosa & Almeida Vidro, S.A (BA) en el Departamento de Logística. El proyecto surge por la necesidad de evaluar la localización de un nuevo Centro de Distribución (CD) en Francia que permita lograr una red de distribución más eficiente, flexible y dinámica, es decir, asegurar una capacidad de respuesta rápida al cliente. Para definir la localización de este CD, fue necesario analizar las ventas, ubicación de almacenes, transporte y almacenamiento de producto terminado. Se aplicó el Método de Distribución de Cargas para identificar las regiones potenciales de localización del CD, cuyos resultados fueron insumos para los métodos: Simulación, de Factores Ponderados y de Programación Lineal. Se desarrolló una herramienta de simulación en el programa Excel del comportamiento de los costos de transporte y almacenamiento para un determinado grupo de CD. Con el método de Factores Ponderados se combinaron las variables de costos de transporte y almacenamiento, accesos de vías de comunicación, disponibilidad de almacenes y restricciones de transportes. El método de Programación lineal permitió la localización de un CD que cumpla con las demandas a un costo mínimo.

Se identificó la región de Burdeos de la zona Suroeste de Francia como la de mayor volumen de demanda, destacándose que dos de sus principales clientes se abastecen directamente de las fábricas por convenios. En tal sentido, se definieron dos coordenadas para la posible localización del CD en la región, una considerando a estos clientes antes mencionados y otra no, sin embargo debido a que Francia tiene altos costos de almacenamiento, se evaluó la opción de utilizar un almacén ubicado en España, obteniendo resultados de menor costo. Ahora bien, la decisión de brindar un mejor servicio a partir de un nuevo CD, requiere también del análisis y la validación final por parte del Departamento de Ventas, tomando en consideración que la aproximación al cliente significa un aumento en el precio del producto.

Palabras claves: *Localización, Centro de Distribución, Red de Distribución, Costos de transporte y almacenamiento, Simulación.*

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia, que han sido siempre la base, el apoyo y la fuerza para cada momento de mi vida. A mi papá por impulsarme a mirar siempre hacia adelante y porque sin él esta experiencia no hubiera sido posible; a mi mamá por su infinita paciencia durante la redacción de este libro y su amor incondicional. A mis hermanos, por cada palabra de motivación, a pesar de los miles de kilómetros que nos separaban.

Al profesor Gerardo Febres por aún en tiempos difíciles, aceptar la tutoría y brindarme el apoyo continuo durante la realización de este proyecto.

A toda la familia de BA Vidro, que amablemente colaboraron con este proyecto, en especial a mis compañeras de trabajo, por la paciencia en no sólo entender mi portugués sino ayudarme a mejorarlo, los chocolates compartidos y hacer de mis días más amenos. A mi tutor industrial Luis Cardoso, por su dedicación y asesoría para guiarme durante la pasantía y colaborar en mi crecimiento como profesional. A Rui Sousa y João Teixeira, por los conocimientos ofrecidos en temas de transporte y distribución.

Finalmente, a mí amada Venezuela y Universidad Simón Bolívar, por demostrarme que en las épocas difíciles no sólo hay esperanza, sino oportunidades para demostrar y trabajar donde sea que te encuentres, los valores y conocimientos adquiridos.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INTRODUCCIÓN	viii
Antecedentes del problema	2
Planteamiento del problema	2
Objetivo general.....	3
Objetivos Específicos.....	3
CAPÍTULO I MARCO EMPRESARIAL	4
1.1 Barbosa e Almeida Vidro, S. A.....	4
1.1.1 Historia de la empresa	4
1.1.2 Misión Visión y Valores	5
1.1.3 Estructura Organizacional de BA Vidro, S.A.	5
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Cadena de Suministro.....	7
2.1.1 Gestión de la Cadena de Suministro	7
2.1.2 La logística en la Cadena de Suministro	8
2.2 El proceso de Distribución en la cadena de Suministro	8
2.2.1 Tipos de distribución.....	8
2.2.2 Términos Internacionales de Comercio (Incoterms).....	9
2.2.3 El Centro de Distribución como infraestructura en la Cadena de Suministro	9
2.2.3.1 Almacén como Centro de Distribución	10
2.3 Planificación de la Red Logística	11
2.3.1 Principales áreas de planeación.....	11
2.4 Red de Distribución de BA Vidro	14
2.4.1 Operaciones en los Centros Distribución	16
2.4.1.1 Proceso de entrada a los CD.....	16
2.4.1.2. Proceso de salida del CD.....	17
2.5 Herramientas y metodología	17
2.5.1 Método de Distribución de Cargas.....	17
2.5.2 Modelo de Simulación	18

2.5.3 Modelo matemático de programación lineal entera binaria	19
2.5.4 El Método de Ponderación de Factores de Brown Gibson.....	20
2.5.5 Principio de Pareto	21
2. 6 Sistemas de información	22
2.6.1 SAP: Sistemas, Aplicaciones y Productos	23
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	24
3.1 Fase 1. Entendimiento y análisis de la situación	24
3.1.1 Entendimiento y Levantamiento de información	25
3.1.2 Análisis situacional	25
3.1.2.1 Análisis de las Ventas	25
3.1.2.2 Agrupación de Clientes	26
3.1.2.3 Costos de Transporte.....	26
3.1.2.4 Costos de Operación del CD	26
3.2 Fase 2. Aplicación de los Métodos de Ubicación	27
3.2.1 Método de distribución de cargas.....	27
3.2.2 Modelo Simulación	27
3.2.3 Modelo de Programación lineal entera.....	28
3.2.4 Método de Factores Ponderados	29
3.3 Fase 3. Comparación y Análisis de resultados	29
3.4 Fase 2. Decisión de la ubicación final y Recomendaciones	29
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y ANÁLISIS	31
4.1 Fase 1. Entendimiento y análisis de la situación	31
4.1.1 Entendimiento y Levantamiento de información	31
4.1.2 Análisis situacional	32
4.1.2.1 Análisis de las Ventas	33
4.1.2.2 Agrupación de Clientes	34
4.1.2.3 Costos de Transporte.....	36
4.1.2.4 Costos de Operación del CD	38
4.2 Fase 2. Aplicación de los Métodos de Ubicación	39
4.2.1 Método de Distribución de Cargas.....	39
4.2.2 Modelo de Simulación	40
4.2.3 Modelo de Programación Lineal entera	47
4.2.4 Método de los Factores ponderados	49

4. Fase 3. Comparación de resultados	52
CONCLUSIONES	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Organigrama estructural de la Dirección de Operaciones de BA.	14
Figura 1.2: Organigrama estructural de del Departamento de Logística de BA.	16
Figura 2.1: Red de Distribución de BA Vidro.	26
Figura 2.2: Tipos de paletas para el almacenamiento de PA.....	27
Figura 3.1:Diagramas de Fases Metodológicas del Proyecto.....	35
Figura 4.1: Red de Distribución del mercado de Francia.....	41
Figura 4.2: Mapa referencial de las zonas de Francia y CD actuales.....	42
Figura 4.3: Ventas 2016 vs Demanda 2017.	43
Figura 4.4: Pronóstico de la Demanda 2017.	43
Figura 4.5: Porcentaje de Demanda por zona de Francia.....	44
Figura 4.6: Diagrama de Pareto: Demanda por región en la zona FRSW.....	44
Figura 4.7: Visualización de regiones de mayor y menor demanda FRSW.....	46
Figura 4.8: Diagrama de Pareto: Demanda por región en la zona FRSE.....	47
Figura 4.9: Visualización de regiones de mayor y menor demanda FRSE.	14
Figura 4.10: Zoom de Localizaciones L1 y L2 candidatas través de la herramienta Google Maps....	49
Figura 4.11: Zoom de Localizaciones L3 y L4 candidatas través de la herramienta Google Maps...	50
Figura 4.12: Visualizacion de las tres opciones de Localización de la zona FRSW.....	52
Figura 4.13: Comportamiento de costos FRSW.....	52
Figura 4.14: Costos escenarios 1 y 2 de acuerdo al % de Toneladas que pasan CD de FRSW.....	52
Figura 4.15: Visualizacion de las tres opciones de Localización de la zona FRSE	55
Figura 4.16: Comportamiento de costos FRSE.....	56
Figura 4.17: Costos escenarios 1 y 2 de acuerdo al % de Toneladas que pasan CD de FRSE.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Formas de Transporte de PA.....	28
Tabla 2.2: Elementos variables que afectaron los costos de Distribución en la Compañía Heinz.....	31
Tabla 4.1: Tarifas referenciales en el cálculo de Transporte.....	46
Tabla 4.2: Tarifas referenciales de Operación en los CD de Francia.....	48
Tabla 4.3: Tarifas referenciales de Operación en los CD de ARND.....	48
Tabla 4.4: Coordenadas de Loc. Candidatas para FRSW	49
Tabla 4.5: Coordenadas de Loc. Candidatas para FRSE.....	50
Tabla 4.6: Escenarios para la evaluación de Costos Totales zona FRSW	51
Tabla 4.7: Reducción de costos de Operación en CD para Li.....	54
Tabla 4.8: Reducción de costos de Operación en CD para el Puerto.....	54
Tabla 4.9: Escenarios para la evaluación de Costos Totales zona FRSE	54
Tabla 4.10: Costos utilizados para cada FOi.....	57
Tabla 4.11: Valores relativos de cada FOi	57
Tabla 4.12: Valores relativos de cada FSi.....	58
Tabla 4.13: Valores de MPL de las Loc. Candidatas de FRSE.....	59

INTRODUCCIÓN

BA Vidro, SA es la empresa líder en la elaboración de envases de vidrio en Portugal, proveedora para la industria de alimentación, bebida, cosmético y farmacéutico. Su sede principal se ubica en Avintes, Portugal y sus plantas de producción en siete países, con las cuales abarcan las necesidades de sus clientes en más de ochenta, principalmente concentrados en Europa.

A pesar de ser una empresa portuguesa, el mayor número de ventas se concentra en España y en segundo lugar Portugal. Ambos, son países en donde BA cuenta con dos y tres plantas de producción respectivamente, que a su vez poseen almacenes de producto acabado que permiten el almacenamiento previo del mismo para luego ser enviado a un CD o directamente al cliente. Como apoyo a la red logística de la empresa, esta cuenta con treinta Centros de Distribución de producto acabado, para atender la variabilidad de la demanda y brindar un mejor servicio a sus clientes. En este sentido, surge la necesidad de evaluar la apertura de un nuevo CD en los países en donde BA no tiene fábricas y que presentan un incremento en el pronóstico de la demanda para el año 2017.

El objetivo del presente proyecto se basó en estudiar la localización de un nuevo Centro de Distribución en Francia. En este sentido, fue necesario entender los requerimientos claves de la empresa, y recolectar la información suficiente para crear una imagen completa de la estructura del proceso de distribución, para así, elaborar el análisis adecuado y conseguir soluciones y opciones de mejora.

Los CD se ubican en lugares estratégicos a lo largo de la red de distribución de la empresa para minimizar la distancia que un producto debe viajar, por lo que el diseño de estos sistemas es una tarea interesante y compleja. La importancia del presente proyecto se enfoca en la toma de decisiones logísticas para la ubicación de un CD conforme se amplían los servicios de valor agregado que quiere ofrecer la empresa.

En el Capítulo I de este informe se presentarán el marco empresarial de BA Vidro, SA. En el Capítulo II se exponen los conceptos básicos para la realización de este proyecto. En el Capítulo

III se describe la metodología empleada para determinar la posible localización de un nuevo CD. Por último, en el Capítulo IV se muestran los resultados obtenidos, junto con sus respectivos análisis.

Antecedentes del problema

BA posee clientes en más de 80 países y cuenta con doce plantas de producción en siete (Portugal, España, Polonia, Alemania, Bulgaria, Rumania y Grecia), las tres últimas actualmente adquiridas, y con más de 30 CD dentro toda su red logística. Con la adquisición de las nuevas fábricas, BA se encuentra atravesando un proceso de exploración de nuevos mercados y grandes variaciones en la demanda, haciendo énfasis en los países donde BA no cuenta con plantas de producción como lo son: Francia, Italia, Holanda y Bélgica.

Producto del análisis de las ventas del año 2016 y de una proyección de la demanda para el año 2017 de los países antes mencionados, se determinó que Francia tiene el mayor porcentaje, el cual se ubica en un 12,07% en relación al volumen total de ventas de la empresa, siendo los de Italia, Holanda y Bélgica, 2,57%, 0,78% y 0,56%, respectivamente.

Este resultado aunado a la necesidad de aumentar la eficiencia para asegurar una capacidad de respuesta rápida al cliente, ha dado un impulso suficiente para que BA revise su estructura logística y de distribución, con un énfasis particular en la apertura de un nuevo Centro de Distribución de Producto Terminado, en donde se encuentra su mayor demanda.

Es importante destacar que Francia posee actualmente tres centros de distribución, los cuales se encuentran en proceso de re-evaluación.

Planteamiento del problema

BA no cuenta con suficiente capacidad de almacenaje en cada una de sus fábricas y las distancias con sus clientes son cada vez mayores, por lo que requiere la evaluación de distintos escenarios para la apertura de nuevos CD que contribuyan en la reducción de los tiempos de entrega y generar mayor cercanía con los clientes.

Entre los objetivos que la empresa se dispone a optimizar se encuentra asegurar el tiempo de entrega de los productos para sus clientes y mejorar sustantivamente los gastos de distribución.

Visto que BA no cuenta con una infraestructura de producción en cada uno de los países, y que requiere la evaluación de distintos escenarios técnicos y financieros para la apertura de un nuevo CD, se plantea una metodología para la toma de decisión, usando como base el caso de Francia.

Objetivo general

Estudiar la localización de un nuevo Centro de Distribución en Francia.

Objetivos Específicos

- Realizar un estudio de las ventas realizadas en el año 2016 y de la proyección de la demanda para el año 2017 en Francia.
- Evaluar los costos de transporte y almacenamiento para distintos escenarios de localización, a través de las metodologías: Distribución de Cargas, Heurístico, Factores Ponderados y Programación Lineal.
- Realizar un estudio de Costo / Beneficio al cliente de la propuesta en función de los factores cuantitativos y cualitativos de la red de distribución.
- Proponer un diseño de la red de distribución, a partir de los resultados del modelo.

CAPÍTULO I

MARCO EMPRESARIAL

El presente capítulo tiene como objetivo definir y contextualizar la empresa BA Vidro, SA incluyendo la historia de la compañía, su misión, visión, principios y valores; así como la estructura organizacional de la misma. Además, se expone el funcionamiento de distintas áreas dentro del Departamento de Logística, para la cual, se realiza el estudio de la localización de un nuevo centro de distribución, y son necesarios para el entendimiento de este proyecto.

1.1 Barbosa e Almeida Vidro, S. A

Es una empresa portuguesa especializada en el desarrollo, producción y ventas de envases de vidrio que apunta a la satisfacción de las necesidades de las industrias de alimentación, de bebidas, cosmética y farmacéutica. Actualmente la empresa cuenta con 12 fábricas, tres en Portugal, dos en España, dos en Polonia, una en Alemania y más recientemente, dos en Rumania, una en Hungría y una en Grecia. La empresa tiene más de 3.800 empleados y produce más de 8 billones de envases por año en 8 colores de vidrio diferentes. (Barbosa e Almeida Vidro, S.A., 2017). Algunos de los principales clientes son grandes empresas como Nestlé, Coca-Cola, Gerber y Unicer.

1.1.1 Historia de la empresa

BA Vidro, SA fue fundada en 1912 por los socios Raúl Barbosa e Domingos de Almeida como “Barbosa & Almeida”, en donde inicialmente estaba dedicada solo a la venta de botellas de vidrio para las ciudades portuguesas de Porto y Vila Nova de Gaia. No obstante, en 1930 consigue asociar su actividad comercial con el sector de producción industrial, luego de la adquisición de una fábrica de botellas en la ciudad de Porto. En 1947, la fábrica que hasta entonces funcionaba con tecnologías semi-automáticas, sufre grandes alteraciones gracias a la introducción de tecnologías automáticas más avanzadas.

En 1969 es fundada la fábrica de Avintes, la cual le permitió a la empresa ampliar su capacidad productiva a través de la adquisición y construcción de nuevas unidades de fabricación,

convirtiéndose como la empresa líder en Portugal en la industria de envases de vidrio. Una nueva expansión comienza en 1993, con la adquisición de CIVE (Compañía Industrial Vidriera, SA) ubicada en “Marinha Grande”, Portugal. De la misma forma, en 1999, BA adquiere la empresa Vilesa – Vidreira Leonesa, SA, en León, España y en 2008 es incorporado al Grupo, SOTRANCO, ubicado en “Venda Nova”, Portugal, lo que le permitió a la empresa ampliar su portafolio de clientes e incluir al sector farmacéutico y cosmético. La expansión fuera de la península Ibérica, ocurre en el año 2012 con la adquisición del grupo polaco Warta Glass, y más recientemente en 2016 con la compra de una nueva fábrica en Gardelegen, en Alemania.

1.1.2 Misión Visión y Valores

El grupo Barbosa e Almeida Vidro, S. A tiene como misión “... desenvolver, producir e vender envases de vidrio para la industria de alimentos, bebidas, cosmética y farmacéutica”, y su visión es “ser el mejor entre los mayores”. Para la empresa, esto implica ser el proveedor con mayor índice de satisfacción para con los clientes, presentar el mayor EDITDA a los accionistas, y tener la calificación más alta en la evaluación de sus trabajadores (Barbosa e Almeida Vidro, S.A., 2011).

El grupo BA funciona según el código de valores HeART: Humildad, Ambición, Rigor y transparencia, con emoción. Sin embargo, promueve la innovación permanente y emprendimiento interno, una agenda de exigencia y ambición colectiva y el desarrollo de cada uno de los colaborados. También ayuda en el establecimiento de comunidades para la creación de riqueza local en las zonas donde están situadas cada una de las fábricas de la BA. (Barbosa e Almeida Vidro, S.A., 2011).

La empresa BA Vidro, se encuentra en un proceso de expansión y crecimiento, que le ha permitido introducirse en nuevos mercados y adquirir nuevos clientes. Así mismo, entre los lineamientos de la empresa se encuentra optimizar los tiempos de elaboración de los productos y cumplir con los requerimientos de entrega de cada uno de los clientes.

1.1.3 Estructura Organizacional de BA Vidro, S.A.

La estructura organizacional de BA Vidro, S.A está conformada por diez direcciones desplegadas en el organigrama de la Figura 1.2 como se muestra a continuación:



Figura 1.1. Organigrama estructural general de la Empresa

Seguidamente, se muestra la estructura organizativa del Departamento de Logística en donde se desenvuelve principalmente el proyecto desarrollado durante esta pasantía.

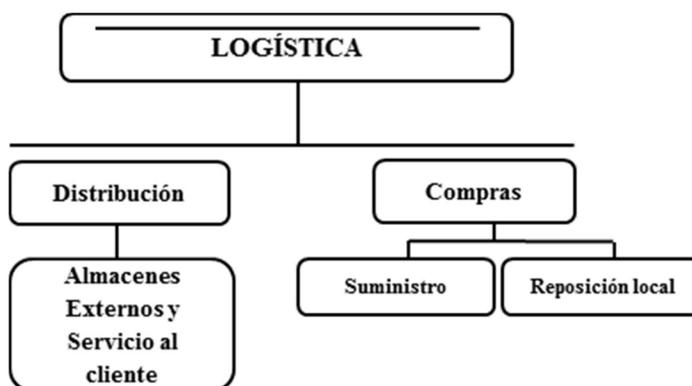


Figura 1.2. Organigrama del Departamento de Logística

El Departamento de Logística está conformado por dos departamentos: Compras y Distribución, este último a su vez posee el departamento de Almacenes Externos y Servicio al Cliente. En general, todos tienen dentro de sus funciones coordinar las actividades logísticas de la cadena de suministro de BA.

Todas las fábricas de la BA, están certificadas con las normas ISO 9001 (Sistemas de Gestión de Calidad), ISO 14001 (Sistemas de Gestión Ambiental) y 22000 (Sistemas de Gestión de Seguridad Alimentaria), (Barbosa e Almeida Vidro, S.A., 2011).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se definen fundamentos, conceptos y variables que caracterizan la localización de un nuevo CD y sustentan el objetivo del proyecto. Se definen conceptos como Cadena de Suministro, Logística y Transporte por su importancia en el entendimiento de la dinámica de la Red de Distribución de BA. Como herramientas, se define el sistema SAP (Sistemas, Aplicaciones y Productos), Principio de Pareto y cada uno de los métodos utilizados para la ubicación de almacenes como el Método de Distribución de Cargas, cuyos resultados fueron insumos para los métodos siguientes denominados: Simulación, de Factores Ponderados y de Programación Lineal.

2.1 Cadena de Suministro

La cadena de Suministro se define como “un sistema de organizaciones, gente, tecnología, actividades, información y recursos involucrado en el movimiento de un producto o servicio desde un proveedor hasta un cliente”. (Nagurney; 2006)

2.1.1 Gestión de la Cadena de Suministro

El término Gestión de la Cadena de Suministros o SCM por sus siglas en inglés (Supply Chain Management) fue desarrollado para “expresar la necesidad de integrar los procesos claves del negocio, desde el cliente final hasta proveedores.” (Oliver 1992).

El objetivo principal de la Gestión de la Cadena de Suministro es “cumplir la demanda de los clientes a través del uso más eficiente de los recursos, incluyendo la capacidad de distribución, inventario y mano de obra” (Oliver 1992). En este contexto, la optimización de la Cadena de Suministro se puede llevar a cabo:

Creando el enlace con proveedores para evitar cuellos de botellas, abasteciendo estratégicamente para lograr un balance entre precios de transporte y materia prima bajos, implementando técnicas de Justo a Tiempo para optimizar el flujo de la producción y manteniendo la mezcla perfecta entre ubicaciones de plantas y almacenes para suplir los mercados de los clientes. (Oliver 1992).

2.1.2 La logística en la Cadena de Suministro

La Asociación para la Gestión de Operaciones (Association for Operations Management), define la logística como “el arte y la ciencia de obtener, producir y distribuir el material y el producto en el lugar y las cantidades apropiadas”. El término logística internacional se refiere a la gestión de estas funciones cuando el movimiento es en una escala mundial, en este caso en particular, la empresa quiere evaluar el proceso de distribución fuera de Portugal.

Las compañías de transporte se conocen como compañías de logística de terceros (tercerización). La función más básica es mover los productos de un lugar a otro; pero es probable que además ofrezcan servicios adicionales como manejo de almacenes, control de inventario y otras funciones de servicio al cliente.

Los centros de almacenamiento y distribución actuales, modernos y eficientes, son el corazón de la logística. Estos centros son cuidadosamente administrados y operados para garantizar el almacenamiento seguro y el flujo rápido de los bienes, los servicios y la información relacionada desde el punto de origen hasta el punto de consumo.

2.2 El proceso de Distribución en la cadena de Suministro

A continuación se definen elementos y conceptos importantes, que deben ser considerados en el proceso distribución.

2.2.1 Tipos de distribución

La distribución dentro de una Cadena de Suministro se puede clasificar en dos tipos:

- **Distribución Primaria:** Son aquellas actividades de traslado de productos que se realizan desde una planta o centro de producción hasta un centro de distribución para luego poder ser almacenados temporalmente.
- **Distribución Secundaria:** Son aquellas actividades de traslado de producto desde los centros de distribución hasta los puntos de demandas donde se encuentran los consumidores finales.

2.2.2 Términos Internacionales de Comercio (Incoterms)

El término Incoterms de acuerdo a sus siglas en inglés (International Commercial Terms) o Términos Internacionales de Comercio, son términos de tres letras cada uno, que reflejan las normas de aceptación voluntaria entre el comprador y el vendedor, referentes a las condiciones de entrega de las mercancías y/o productos. Así mismo, su objetivo fundamental consiste en establecer criterios definidos sobre la distribución de los gastos y la transmisión de los riesgos entre ambas partes en un contrato de compra y venta internacional. Básicamente, se usan para aclarar los costes de las transacciones comerciales internacionales, delimitando las responsabilidades entre ambas partes mencionadas, y reflejan la práctica actual en el transporte internacional de mercancías.

Se dividen en cuatro categorías:

- Término en E (EXW): El vendedor pone las mercancías a disposición del comprador en los propios locales del vendedor; esto es, una entrega directa a la salida.
- Términos en F (FCA, FAS y FOB): Al vendedor se le encarga que entregue la mercancía a un medio de transporte elegido y pagado por el comprador; Esto es, una entrega indirecta sin pago del transporte principal por el vendedor.
- Términos en C (CFR, CIF, CPT y CIP): El vendedor contrata el transporte, pero sin asumir el riesgo de pérdida o daño de la mercancía o de costes adicionales por los hechos acaecidos después de la carga y despacho; esto es, una entrega indirecta con pago del transporte principal por el Vendedor.
- Términos en D (DAT, DAP y DDP): El vendedor soporta todos los gastos y riesgos necesarios para llevar la mercancía al país de destino; esto es una entrega directa a la llegada. Los costes y los riesgos se transmiten en el mismo punto, como los términos en E y los términos en F.

2.2.3 El Centro de Distribución como infraestructura en la Cadena de Suministro

La implementación de Centros de Distribución (CD) dentro de la cadena de suministro surge de la necesidad de lograr una distribución más eficiente, flexible y dinámica, es decir, asegurar una capacidad de respuesta rápida al cliente. (Ballou, 2004)

Existen diversas razones para explicar el porqué de su utilización, las cuales varían de acuerdo a las necesidades de cada empresa. Entre ellas, se tienen las siguientes:

- Almacenar inventario para brindar un buen servicio al cliente.
- Mantener inventario para permitir que las grandes demandas estacionales sean atendidas de manera más económica.
- Mantener inventario y desvincular los requisitos de demanda de las capacidades de producción. Esto ayuda a suavizar los flujos de productos en la cadena de suministro y ayuda a la eficiencia operativa, lo que permite a su vez dar una respuesta más ágil, a las demandas de los clientes.

2.2.3.1 Almacén como Centro de Distribución

De acuerdo a una fuente de internet, la actividad de almacenamiento puede tener lugar bajo dos regímenes legales diferentes:

- Almacén Propio: La empresa tiene hecha una inversión en espacio y en equipo destinada al almacenamiento de sus mercancías. Las ventajas de esta situación son:
 - Rentabilidad, si su utilización es intensiva.
 - Mayor control de las operaciones, que ayuda a asegurar un mayor nivel de servicios.
 - Puede servir como base de otras actividades complementarias (oficina de ventas, centro de la flota de vehículos, departamento de compras, entre otras).

La principal desventaja de este tipo de almacenes, radica en que la alta inversión que hay que realizar en terrenos, edificios e incluso instalaciones. Además, que limita la flexibilidad de acercarse al cliente.

- Almacén en Alquiler: La configuración de estos almacenes públicos suelen estar orientada al uso múltiple y generalizado. Las ventajas que ofrecen estos almacenes públicos son opuestas a las expuestas en la alternativa anterior de almacén propio:
 - No exigen inversión fija.
 - Costes variable bajos debido a su utilización no sistemática.

- Ubicación flexible.

Pueden distinguirse dos grandes tipos de almacenes de servicios de alquiler: aquellos que simplemente son alquilados en función de los volúmenes ocupados y aquellos que ofrecen gran variedad de servicios complementarios. Entre los servicios que estos pueden ofrecer se encuentran: además de los básicos de recepción, almacenamiento, envío, división de envíos, consolidación de cargas, inventario y almacenamiento con temperatura y humedad controladas.

BA utiliza almacenes de alquiler de producto acabado que funcionan como CD, cuyo principal objetivo es brindar un buen servicio al cliente, asistir los desequilibrios entre la oferta y la demanda y mejorar los plazos de entrega. En relación a este tipo de almacenes, la empresa no tiene almacenes propios sino que debido a los grandes cambios en la demanda, prefiere tener mayor flexibilidad para cambiar de almacén si así lo requiere.

2.3 Planificación de la Red Logística

La buena logística permite recortar los costos, aumentar la velocidad de respuesta y aumentar el servicio con el cliente. En este sentido, se considera importante su planificación acorde con las necesidades de la empresa.

2.3.1 Principales áreas de planeación

La planeación logística aborda cuatro áreas principales de problemas: niveles de servicio al cliente, ubicación de instalaciones, decisiones de inventario y decisiones de transportación (Ballou, 2004), desarrolladas a continuación:

- Servicio al cliente

El nivel proporcionado de servicio logístico al cliente afectará en forma notable el diseño del sistema. Los bajos niveles de servicio permiten inventarios centralizados en sólo unas cuantas ubicaciones y también permiten el uso de formas de transporte menos costosas. Los altos niveles de servicio por lo general requieren justamente lo contrario. Por ello, la primera preocupación en la planeación estratégica de logística deberá ser el adecuado establecimiento de los niveles de servicio al cliente.

- Estrategia de ubicación de Centro de Distribución

El ámbito adecuado para el problema de ubicación de instalaciones es incluir todos los movimientos de producto y sus costos asociados a medida que éstos se presentan, desde las ubicaciones de la planta, proveedor, o puerto a través de los puntos de almacenamiento intermedio y hacia las ubicaciones del cliente. La asignación de la demanda que se atenderá directamente desde las plantas, proveedores y puertos o el direccionamiento de ella a través de puntos de abastecimiento seleccionados, afectará los costos de distribución totales. La búsqueda de asignaciones de costos más bajos, o en forma alternativa, las asignaciones de utilidad máxima, son la esencia de la estrategia de ubicación de instalaciones

A continuación, se analizan las variables que influyen en la planeación de la ubicación de un CD.

- Proximidad con los clientes: Ayuda a aumentar la capacidad de respuesta al cliente y crear una ventaja competitiva para brindarle un mejor servicio.
- Accesibilidad y proximidad a la red principal de carreteras y de autopistas.
- Costos totales: Esto incluye costos regionales, costos de distribución interna y costos de distribución externa. Los costos del terreno, la construcción, la mano de obra, los impuestos y la energía constituyen los costos regionales.
- Infraestructura: la capacidad y espacio de almacenamiento, así como la condiciones del lugar, puede ser un incentivo para seleccionar una ubicación específica.
- Calidad de mano de obra: Los niveles de servicio ofrecidos pueden depender de las características educativas y habilidades de la mano de obra.

- Decisiones de inventario

Las decisiones de inventario se refieren a la forma en que se manejan los inventarios. La política particular utilizada por la empresa afectará la decisión de ubicación de instalaciones, y por tanto esta política deberá ser considerada en la estrategia de logística.

Uno de los parámetros utilizados para el control de la gestión de inventario es la rotación de inventario, el cual está determinado por el tiempo que tarda en venderse el inventario. Entre más alta sea la rotación significa que las mercancías permanecen menos tiempo en el almacén, lo que es consecuencia de una buena administración y gestión de inventarios.

- Transporte

El problema de decidir cómo transportar mejor los bienes de las plantas a los clientes es complejo y afecta el costo final del producto. Comprende esfuerzos importantes relacionados con el costo de transporte del producto, la velocidad de la entrega y la flexibilidad para reaccionar ante los cambios.

Una decisión clave consiste en cómo transportar el material. La matriz de diseño de sistemas logísticos que muestra la Figura 2.1 presenta las alternativas básicas.

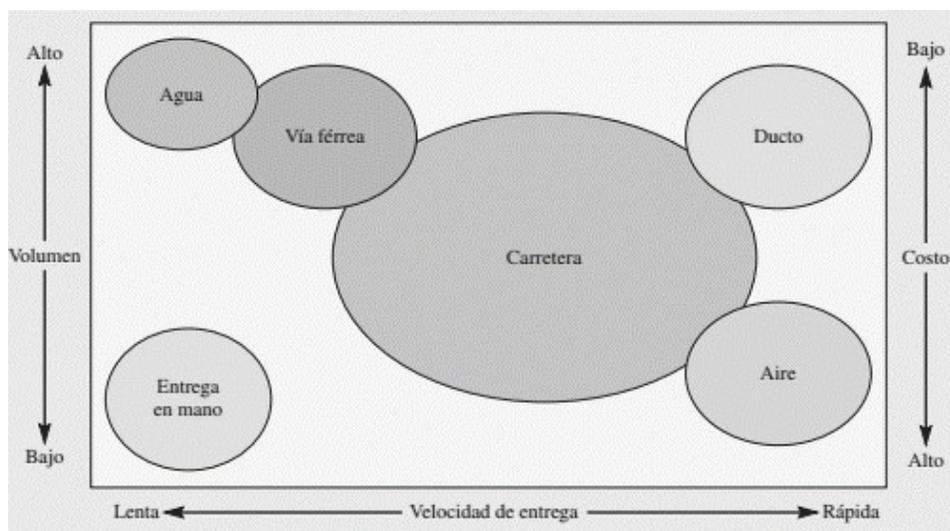


Figura 1.1 Matriz de diseño de sistemas Logísticos: alternativas de Transporte
Fuente: Logística Administración de la Cadena de Suministro. Quinta Edición.

BA transporta su mercancía al cliente por vía terrestre y marítima:

- Carretera (camión): Las carreteras ofrecen mucha flexibilidad para transportar bienes a casi cualquier lugar que no esté separado por agua. El tamaño del producto, su peso y su condición de líquido o bulto no afectan este modo de transporte.
- Agua (barco): Capacidad muy alta y costo muy bajo, no obstante los tiempos de tránsito son lentos y grandes áreas del mundo no son accesibles para la transportación por agua.

2.4 Red de Distribución de BA Vidro

En general, el proceso de distribución comienza cuando la materia prima llega a la fábrica, pasa por el proceso de producción y sale como Producto Acabado (PA) a los almacenes de la fábrica. Luego, los camiones o contenedores son cargados para ser distribuidos a los clientes. La Figura. 2.2 muestra la red de distribución de BA Vidro, donde se puede observar la distribución primaria, secundaria y el flujo de producto acabado a lo largo de la cadena de suministro.

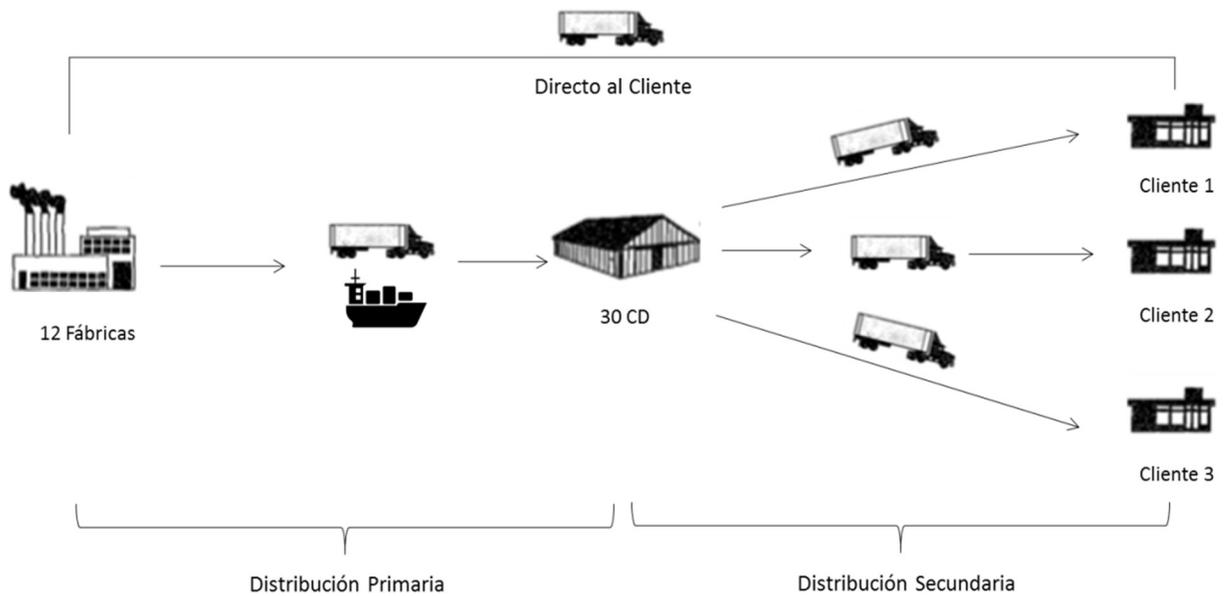


Figura 2.2. Red de Distribución de BA Vidro.
Fuente: Elaboración propia

La red de distribución de BA está compuesta por doce fábricas, 30 almacenes y de más de mil clientes. La decisión de enviar el PA de forma directa al cliente o a partir de un CD, depende del volumen, variabilidad de la demanda, especificaciones de producto y el acuerdo de entrega (Incoterms).

Los envases de vidrio son almacenados y embalados en paletas de madera normalmente de tipo estándar, con separadores de plástico en donde la cantidad de niveles varía de acuerdo al tipo de producto (frasco o botella). Esta mercancía lista para ser enviada al cliente se define como Producto Acabado (PA).

Como base para el almacenamiento, manejo y transporte de PA, se utilizan paletas de madera compatibles con los equipos de montacargas. Las características de las paletas utilizadas por BA (Figura 2.3), son las siguientes:

- Paletas estándar: dimensiones de 1,2 x 1 m.
- Euro paleta (Casos especiales): dimensiones 1 x 0,8m.

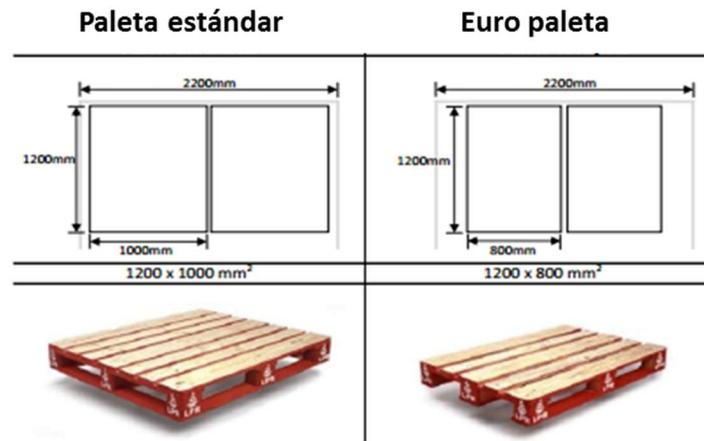


Figura 2.3 Tipos de paletas para el almacenamiento de PA
Fuente: Logistic-unab.blogspot.com, 2008

Así mismo, se tienen dos posibles alturas, que afectan la capacidad de los transportadores.

- Paleta de producto acabado baja: < 1,3 m de altura.
- Paleta de producto acabado alta: > 1,3 m de altura.

La manipulación del PA se realiza a través de montacargas de tres hojillas para la carga y descarga de camiones y de dos hojillas para la de los contenedores. BA recomienda montacargas con horquillas protegidas con protectores de goma, para evitar impacto contra los frascos o las botellas de vidrio.

Las paletas son almacenadas en bloques unas encima de otras, en donde la altura depende de varios factores como el peso y el tipo de producto, la estabilidad de las cargas y la altura del edificio. Para la presente investigación, se considera que las paletas se apilan en un máximo de dos niveles para paletas bajas (T3) y tres niveles para paletas altas (T2).

La mercancía o producto acabado puede ser distribuido a partir de dos tipos de transporte, como se muestra en la Tabla 2.1:

Tabla 2.1 Formas de Transporte de BA

Camión	Barco
 <p data-bbox="407 726 704 758"><i>Carga de camión de 26 Pal.</i></p>	 <p data-bbox="943 726 1338 758"><i>Contenedor listo para cargar 24 Pal.</i></p>
<p data-bbox="272 764 537 798">Capacidad de carga:</p> <p data-bbox="272 800 472 833">26 paletas altas</p> <p data-bbox="272 835 488 869">52 paletas bajas.</p> <p data-bbox="272 915 781 949">Se utilizan montacargas de tres hojillas.</p>	<p data-bbox="857 764 1040 798">Contenedores:</p> <p data-bbox="857 800 1138 833">12 x 2,2m: 22 paletas</p> <p data-bbox="857 835 1154 869">12 x 2,40m: 24 paletas</p> <p data-bbox="857 871 1175 905">13,6 x 2,40m: 26 paletas</p> <p data-bbox="857 907 1365 940">Se utilizan montacargas de dos hojillas.</p>

Es importante destacar, que toda esta flota de transporte es tercerizada y no forma parte del capital de la empresa.

2.4.1 Operaciones en los Centros Distribución

La empresa BA, establece procedimientos y reglas para asegurar que los proveedores de los servicios de los CD, cumplan los requisitos para el manejo del producto terminado de acuerdo con los procedimientos de calidad y las buenas prácticas de BA.

2.4.1.1 Proceso de entrada a los CD

Se contemplan las siguientes etapas en la entrega de PA de la fábrica al CD:

- a. Recepción: Correspondencia de la documentación de entrega emitida por BA frente a las cantidades y código de referencia de las paletas recibidas por el Operador Logístico.
- b. Descarga: La descarga es un momento crítico. El operador debe cuidar y evitar choques y otros daños en la cobertura de plástico de las paletas enviadas por BA en camiones o contenedores

contratados para el transporte de las paletas desde cualquier fábrica de BA en Europa al almacén de operador logístico.

c. Inspección antes de almacenar: El Operador Logístico realiza la inspección de cada paleta y vela que estas cumplan con las condiciones de calidad óptimas. Si se detectan daños en el plástico, se reparan con cinta adhesiva de BA en caso de ser posible, sino se deben tomar fotografías e informar a los supervisores, la paleta permanece en control de calidad.

2.4.1.2. Proceso de salida del CD

Para la carga y transporte al cliente final de BA se debe tomar en cuenta que:

- Los operadores deben confirmar el lote y las fechas de producción de acuerdo con la Nota de Entrega emitida por la BA.
- La carga debe seguir la estrategia FIFO por lote y no más de 2 fechas de producción en la misma carga.
- Los operadores deben asegurarse de que la cubierta de plástico y la plataforma de madera están en buenas condiciones.
- Los operadores deben asegurar que el transporte se realiza en camiones o contenedores adecuados, limpios y con buenas condiciones de mantenimiento. Cualquier tipo de contaminación no es aceptable.
- La confirmación de los pedidos se realizará hasta 24 horas antes de la carga y la empresa es responsable de enviar las notas de entrega antes de cargar y cualquier otra información si es requerida por el Operador Logístico.

2.5 Herramientas y metodología

A continuación se definen las herramientas y los métodos utilizados para la realización del presente proyecto.

2.5.1 Método de Distribución de Cargas

Este método se basa en la idea de que, si interesa minimizar costes de transporte totales, cuanto más demanda tenga un punto, más interesante es ubicarse cerca de él; lo mismo ocurre para aquellos puntos en los que los costes unitarios de transporte son muy elevados.

En este caso se considera las coordenadas geográficas correspondientes a la ubicación de cada uno de los clientes y la demanda anual de los mismos (carga). La definición del centro de gravedad es determinada, considerando las coordenadas de los clientes en relación a los ejes X y Y, y los momentos (producto de las coordenadas por las cantidades en toneladas).

La mejor localización del Centro de Distribución, viene dado por la división de los momentos de cada coordenada entre la suma de las cargas o toneladas totales. Las expresiones analíticas para cada una de las coordenadas de ese centro de gravedad una vez que se ha definido un sistema de referencia arbitrario son:

$$\bar{X}_i = \frac{\sum_{i=1}^n V_i \cdot R_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n V_i \cdot R_i}, \quad (2.1)$$

$$\bar{Y}_i = \frac{\sum_{i=1}^n V_i \cdot R_i \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^n V_i \cdot R_i}, \quad (2.2)$$

donde:

V_i : Volumen transportado hasta el cliente i (Ton/ año).

R_i : Tarifa de transporte promedio para enviar mercancía desde las fábricas hasta el cliente i (Euro/ viaje).

\bar{X}_i, \bar{Y}_i : Coordenadas del cliente i .

Es importante resaltar, que el método de distribución de cargas es un método muy simple y robusto que depende poco de las variaciones de los datos en un momento dado. Es por ello, que no necesariamente determina la ubicación óptima, pero si un resultado aproximado y conveniente. Así mismo, determina una ubicación general dentro de la cual podría seleccionarse un sitio específico.

2.5.2 Modelo de Simulación

Un modelo de simulación de la ubicación de instalaciones se refiere a una representación matemática de un sistema logístico mediante expresiones algebraicas o lógicas que pueden manipularse con la ayuda de una computadora. Dada una representación realista de las relaciones económicas y estadísticas, se utiliza el modelo de simulación para evaluar el impacto de diversas configuraciones.

Un ejemplo de un modelo de ubicación de almacén, fue desarrollado por H. J. Heinz Company y luego aplicado a los problemas de distribución de la compañía Nestlé. La simulación proporcionó respuestas a las preguntas básicas de ubicación de almacén (número, ubicación, asignación de la demanda a los almacenes, entre otros) y podía manejar hasta 4,000 clientes, 40 almacenes y de 10 a 15 fábricas. En contraste con muchos modelos de algoritmo, esta simulación contaba con un amplio ámbito de problemas.

2.5.3 Modelo matemático de Programación Lineal Entera Binaria

Los matemáticos han trabajado por años para desarrollar procedimientos eficientes de solución que cuenten con una descripción del problema suficientemente amplia para que resulte de valor práctico al tratar con el problema grande y complejo de la ubicación, que con frecuencia se encuentra dentro del diseño de la red de la cadena de suministros, y que a la vez proporcione una solución matemáticamente óptima. Los problemas de ubicación de almacén se presentan con muchas variaciones.

Así mismo, es importante resaltar que el cálculo para la ubicación óptima por medio de programación lineal es una opción al método del centro de gravedad debido a que ambos son algoritmos de localización de instalaciones, en este caso un CD, que consideran otras existentes.

Formulación del modelo matemático

Sea i el índice utilizado para identificar las fábricas de producción, donde $i \in I$; j el índice para hacer referencia a los clientes, donde $j \in J$; y k el índice que identifica a cada una de las regiones o departamentos candidatas para la ubicación del CD, donde $k \in K$, se definieron las siguientes variables y parámetros:

- D_{ij} : Demanda enviada de la fábrica i para cada región j .
- C_{ijk} : Costo de transportar desde la fábrica i hasta la región j desde el CD k .
- F_k : Costo de almacenamiento asociado al CD k ,
- X_{ijk} : 1 si la demanda de la fábrica i para cada región j , se despacha desde el CD k ; 0 lo contrario.
- Y_k : 1 si se abre el CD k , 0 lo contrario.
- N : Número de CD que serán abiertos.

- M: Parámetro denominado “número muy grande”. $M = i*j*k$ aproximadamente.

El modelo matemático formulado en Programación Lineal Entera Binaria se plantea a continuación.

Función objetivo (Minimizar):

$$\text{Costo} = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (D_{ij} * \sum_{k \in K} C_{ijk} * X_{ijk}) + \sum_{k \in K} F_k * Y_k \quad (2.3)$$

Sujeto a:

$$\sum_{k \in K} X_{ijk} = 1; \quad \forall (i \in I), (j \in J) \quad (2.4)$$

$$\sum_{k \in K} Y_k = N; \quad (2.5)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} X_{ijk} \leq M * Y_k; \quad \forall (k \in K) \quad (2.6)$$

$$X_{ijk} \in [0,1] \text{ Binaria}; \quad \forall (i \in I), (j \in J), (k \in K) \quad (2.7)$$

$$Y_k \in [0,1] \text{ Binaria}; \quad \forall (k \in K) \quad (2.8)$$

Donde (4) garantiza la existencia de una sola ruta para satisfacer la demanda a partir de la fábrica i hasta el cliente ubicado en la región j desde el CD k ; (5) es la restricción que establece el número de CD para alquilar; y (6) garantiza que los pedidos sean despachados únicamente desde el(los) k CD alquilado(s).

De esta manera, la formulación (3)-(8) permite determinar el número de CD que minimiza el costo total, su localización y el costo total de la red de distribución.

2.5.4 El Método de Ponderación de Factores de Brown Gibson

Consiste en definir los principales factores determinantes en una localización, para asignarles valores ponderados de peso relativo, de acuerdo con la importancia que se les atribuye. El peso relativo sobre la base de una suma igual a uno, depende del criterio y experiencia del evaluador. Al comparar dos o más posibles localizaciones, se procede a asignar una calificación a cada

factor en una localización de acuerdo a una escala predeterminada. La suma de las calificaciones ponderadas permitirá seleccionar la ubicación que acumule el mayor puntaje. (Gonzales, 2014)

Una variación de método de factores ponderados es propuesta por Brown y Gibson, donde combinan factores posibles de cuantificar con factores subjetivos a los que asignan valores ponderados de peso relativo. El método consta de cuatro etapas:

1. Asignar un valor relativo a cada Factor Objetivo (FOi) para cada localización optativa viable.
2. Estimar un valor relativo de cada Factor Subjetivo (FSi) para cada localización optativa viable, para ello era necesario el índice de importancia relativa W_j y ordenamiento jerárquico R_{ij} .
 - W_j se calcula a partir de la división de la ponderación de cada factor por localidad entre la suma de las ponderaciones de dicho factor para cada localidad.
 - R_{ij} se calcula dividiendo la ponderación de cada factor por localidad entre la suma de las ponderaciones de todos los factores para cada localidad.

Finalmente, FSi viene dado por la siguiente ecuación (9):

$$FSi = \sum R_{ij} * W_j. \quad (2.9)$$

1. Combinar los Factores Objetivos y Subjetivos, asignándoles una ponderación relativa para obtener una Medida de Preferencia de Localización (MPL).

$$MPLi = FCi * \{\alpha(FOi) + (1 - \alpha)(FSi)\}. \quad (2.10)$$

2. Seleccionar la ubicación que tenga la máxima medida de preferencia de localización.

2.5.5 Principio de Pareto

El Principio de Pareto se utilizó como herramienta de análisis en la definición de las estrategias a seguir para lograr una mejora en el nivel de servicio.

La línea de productos de una típica empresa está conformada por artículos individuales en diferentes etapas de sus respectivos ciclos de vida y con diferentes grados de éxito de ventas. En

cualquier punto del tiempo, esto crea un fenómeno de productos conocido como la curva 80-20, concepto particularmente valioso para la planeación logística. Después de observar los patrones de productos en muchas empresas, este concepto plantea que el 80% de las ventas de una empresa se generan por 20% de los artículos de la línea de productos, el cual conocido como el Principio de Pareto. Rara vez se observa una relación exacta 80-20, pero la desproporcionalidad entre las ventas y el número de artículos por lo general es verdadera.

Este principio, es particularmente útil para planear la distribución cuando los productos se agrupan o clasifican según su actividad de ventas. El primer 20% podría llamarse artículos A, el 30% siguiente artículos B y el restante artículos C, no obstante cada categoría de artículos podría distribuirse de manera diferente. El concepto 80-20 (con una clasificación resultante de productos) proporciona un esquema, basado en la actividad de ventas, para determinar los productos que recibirán los diferentes niveles de tratamiento logístico.

2.6 Sistemas de información

Los sistemas de información desempeñan un papel importante en la coordinación de actividades e incluyen tareas como distribución de los recursos, manejo de los niveles de inventario, programación y rastreo de pedidos.

Las actividades de la Cadena de Suministro de BA, se apoyan en el uso de sistemas de información. A continuación se define brevemente en que consiste un sistema de información.

Un sistema de información es “un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el fin de apoyar las actividades de una empresa o negocio. En un sentido amplio, un sistema de información no incluye necesariamente un equipo electrónico (hardware)”. (Vega; 2005). Un sistema de información realiza cuatro actividades principales: la entrada de información, almacenamiento de la información, el procesamiento de la información, y por último da salida a la información.

Desde un sistema de información se encuentran interactuando varios elementos: el equipo computacional, el humano, la información fuente, los programas computarizados y las restricciones o reglas de operación.

2.6.1 SAP: Sistemas, Aplicaciones y Productos

Es una empresa multinacional alemana dedicada al diseño de productos informáticos de gestión empresarial, tanto para empresas como para organizaciones y organismos públicos. SAP se centra en seis sectores de la industria: de proceso, discretas, de consumo, empresas de servicios financieros, y públicos, ofreciendo soluciones para pequeñas y medianas empresas.

SAP NetWeaver es una plataforma de tecnología integrada para todas las aplicaciones SAP en el plano técnico. Es conocida como una aplicación orientada a servicios y a la integración. Está construido usando estándares abiertos de la industria por lo que es sencillo negociar transacciones de información con desarrollos de Microsoft .NET, Sun Java EE, e IBM WebSphere.

Entre las funcionalidades que ofrece el sistema se encuentran: STMS (SAP Transport Management System), ABAP (Advanced Business Application Programming), Spool System, Security, Monitoring, entre otros.

BA Vidro, cuenta con el sistema SAP NetWeaver como columna informática de todos sus departamentos y negocios, la cual representó la principal herramienta de obtención y procesamientos de datos durante el proyecto de pasantía siendo de suma importancia para el entendimiento de la dinámica de la logística de BA Vidro.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El proyecto de pasantía se basa en determinar la localización de un centro de distribución de producto acabado dentro de la red de distribución de la empresa BA Vidro, de acuerdo a las necesidades de la misma y la demanda de sus clientes.

Para lograr el objetivo, se debe conocer toda la información necesaria que permita no solo determinar la ubicación del CD sino también su desempeño efectivo dentro de la red distribución actual de la empresa. Dicha información, es el entorno de la situación en donde se va a desarrollar dicho plan y al menor costo posible y con el nivel de servicio al cliente adecuado. El diagrama mostrado en la Figura 3.1, expone cada una de las fases a seguir:



Figura 3.1 Diagrama de Fases Metodológicas del Proyecto.

3.1 Fase 1. Entendimiento y análisis de la situación

Esta fase se divide en dos etapas, el entendimiento y levantamiento de la información; y el análisis de la investigación realizada. A continuación se describen cada una de estas etapas.

3.1.1 Entendimiento y Levantamiento de información

Para un mayor entendimiento de la logística y función de los CD dentro del proceso de distribución de BA, se realizó un levantamiento de información conceptual, teórica y de la terminología utilizada, con el objetivo de lograr entrar en contexto del escenario actual y poder visualizar cada uno de los aspectos influyentes en la cadena de suministro de la empresa.

Así mismo, se realizó una búsqueda de información en el Sistema SAP NetWeaver de las transacciones utilizadas para la planificación y control de la distribución de la mercancía. Esta investigación; permitió entender la proyección de la demanda, el control de inventarios y de transporte.

Adicionalmente, se llevó a cabo un levantamiento del proceso logístico de la distribución de PA y de la utilización de los CD; desde la planificación hasta la entrega de la mercancía al cliente. Se identificaron restricciones en el proceso de distribución tales como carga mínima y máxima, manipulación y normas de calidad, capacidad transporte, entre otros, y su influencia en el nivel de servicio brindado al cliente.

3.1.2 Análisis situacional

Se llevó a cabo un estudio de la situación actual de la empresa con el objetivo de identificar las variables influyentes en la toma de decisión de la localización de un nuevo CD.

En tal sentido, se relacionó la información obtenida del sistema SAP, es decir, las restricciones y variables del proceso de planificación de distribución, con el levantamiento de información del proceso logístico de los CD; para así, implementar las metodologías de localización.

3.1.2.1 Análisis de las Ventas

Como se menciona al inicio del presente proyecto, el enfoque del estudio se basa en las ventas significativas de la empresa en países donde esta no tiene plantas de producción. En tal sentido, a partir de la herramienta de Pareto se realizó un estudio para identificar el mayor volumen de ventas entre los países Francia, Italia, Bélgica y Holanda, y así definir el país de ubicación del nuevo CD. La unidad de medida utilizada fue Tonelada.

3.1.2.2 Agrupación de Clientes

BA, tiene múltiples clientes que demandan envases de vidrio con variaciones en sus modelos y estilos. No obstante, desde un punto de vista de planeación de red se decidió agrupar a los clientes por su ubicación geográfica, es decir, por código postal, sin que esto represente, de acuerdo a los lineamientos de BA, una pérdida significativa en la precisión de la estimación de costos. Nuevamente, se utilizó la herramienta de análisis de Pareto para reducir el conjunto de clientes.

Así mismo, se ubicaron las regiones con mayor concentración de pronóstico de ventas para el año 2017 y los principales clientes en un mapa, con el objetivo de tener una mejor visualización del problema y en apoyo al desenvolvimiento de la estrategia.

3.1.2.3 Costos de Transporte

Se identificó un costo de transporte para cada uno de los tres tipos distribución, es decir, directo al cliente, distribución primaria (Fabrica-CD) y distribución secundaria (CD – Cliente). Para estimar el costo de transporte, fue necesario definir las siguientes variables: distancias en km, precio por km o por viaje, el número total de viajes y número de paletas por viaje.

Debido a que el análisis abarca clientes en nuevas regiones del mercado de Francia y BA aún no posee registrado los costos de transporte de las mismas, fue necesario estimar la distancia entre los nodos (plantas y regiones) a partir de la aplicación de Google Maps, según fuera el caso de transportar la mercancía de una fábrica directo al cliente o a través de un almacén de producto acabado.

Cabe señalar, que el Departamento de Transporte de BA suministró una tabla referencial de transporte en relación con los parámetros de distancias que oscilan entre los rangos de 1 Km a más de 150 Km, la cual se muestra en la Tabla. 4.1 del Capítulo IV.

3.1.2.4 Costos de Operación del CD

Se tomaron en cuenta dos costos de operación del CD: almacenamiento y manipulación de PA (descarga y carga). En tal sentido, fueron utilizadas las tarifas referenciales de almacenes de BA en la zona, mostrados en la Tabla. 4.2 en el Capítulo IV.

Así mismo, para estimar los costos de almacenaje anual del CD, fue considerado por recomendación del Departamento de Distribución que cada paleta permanece 90 días en inventario.

$$CO = \# \text{ Pal. Anuales} \times CD + \# \text{ Pal. Anuales} \times CC + \# \text{ Pal. Anuales} \times 90(\text{días}) \times CA, \quad (3.1)$$

donde:

CO = Costo de Operación anual del CD,

CD = Costo de Descarga por Paleta,

CC = Costo de Carga por Paleta,

CA = Costo de Almacenaje por Paleta por día.

3.2 Fase 2. Aplicación de los Métodos de Ubicación

Esta fase combina la información obtenida previamente, es decir, los procedimientos y el análisis de la data, para la aplicación de cada una las metodologías de ubicación de CD:

3.2.1 Método de distribución de cargas

Para la aplicación del método fue realizado un nuevo análisis de Pareto, con el objetivo de determinar por zona cuales son los clientes de BA que representan el mayor volumen de ventas en toneladas, y en base a ello, aplicar el método de distribución de cargas para obtener las coordenadas X y Y de las posibles localidades candidatas para la ubicación del CD, tomando en consideración el volumen de toneladas transportado hasta el cliente por año, las tarifas de transporte promedio para enviar la mercancía desde las fábricas hasta el cliente y las coordenadas del cliente.

3.2.2 Modelo Simulación

Para el modelo de simulación se utilizaron las coordenadas de las posibles localidades candidatas para la ubicación del CD obtenidas a través del método de Distribución de Carga, así como la base de datos descargada del sistema SAP, correspondiente al pronóstico de la demanda para el año 2017 la cual fue validada por el Departamento de Ventas de BA. A partir de estos datos se elaboraron hojas de cálculo en el programa Excel organizadas de la siguiente forma:

La primera hoja contiene la demanda de cada uno de los clientes por zona Suroeste y Sureste de Francia (FRSW y FRSE), las cuales a su vez están organizadas por regiones, con sus respectivas demanda en toneladas, viajes necesarios y cantidad de paletas requeridas. Seguidamente, se tiene otra hoja con los Precios por Viaje por camión entre Fábricas - CD y CD – Cliente, para cada una de las localidades candidatas. La estimación de dichos costos se obtuvo al multiplicar la distancia entre los nodos por las tarifas referenciales de transporte (Tabla. 4.1).

Adicionalmente, para cada una de las zonas seleccionadas para el estudio, se tiene una tercera hoja organizada de forma tal que permite de manera dinámica calcular los costos de transporte y almacenamiento, variando el porcentaje de toneladas que pasan por el centro de distribución.

Para el Costo de Transporte de la demanda de un cliente, se multiplicó el número de Viajes por el Precio por Viaje por camión.

$$CT = \# \text{ Viajes} \times \text{Precio por Viaje (Euro/Viaje)}, \quad (3.2)$$

donde:

CT = Costo de Transporte.

El número de viajes es estimado por el sistema SAP en función de la cantidad de paletas por camión vs la demanda. Para los precios de transporte vía marítima, se utilizaron los valores ofrecidos por el jefe de transporte de la empresa y los valores históricos registrados en el sistema SAP. Los costos de transporte para los casos de las regiones de mercados ya demandados, fueron considerados las tarifas de transporte entre cada fábrica y región, ya registrada en el sistema SAP.

Para diferentes escenarios definidos, se determinaron las implicaciones de *Costo – Servicio*, para cada una de las localidades candidatas. Finalmente, se analizó el impacto que tiene la reducción de los costos de las actividades de operación en el costo total de almacenaje.

3.2.3 Modelo de Programación lineal entera

Con el objetivo de complementar y comparar con el resultado obtenido en el modelo de simulación anterior y utilizando la misma base de datos descargada del sistema SAP, se utilizó la formulación de un modelo matemático de programación lineal entera binaria para múltiples clientes, y lograr determinar la mejor ubicación del CD.

La formulación matemática se realizó mediante un problema de programación lineal entera binaria, teniendo en cuenta los siguientes supuestos:

- Se cuenta con varias localizaciones candidatas para ubicar el(los) Centro(s) de Distribución.
- El modelo es estático, para un período de planeación de un año y se plantea para empresa con múltiples productos.
- Se considera que el almacén va a ser alquilado por la empresa.
- Cada cliente tiene múltiples proveedores.
- El costo de transporte está compuesto por el costo de transporte primario (abastecimiento) y el costo de transporte secundario (distribución).
- Se satisface el total de la demanda.

Para la aplicación de este método se definieron las variables y los parámetros contemplados en las instancias o escenarios, tales como: número de fábricas y regiones, costos de transporte (distribución primaria más secundaria), cantidad de CD, demanda por regiones y costo de almacenamiento.

3.2.4 Método de Factores Ponderados

Para cada una de las localizaciones candidatas, fueron identificados los factores objetivos que son influyentes en la decisión de ubicar o no un CD en cada una de las localidades alternativas, y a los cuales se les asignó una ponderación de acuerdo a su nivel de importancia sobre dicha decisión. Se procedió la aplicación del método, el cual utiliza tantos los factores antes mencionados como los factores objetivos (costos determinados en la metodología anterior).

3.3 Fase 3. Comparación y Análisis de resultados

Para cada método aplicado se realizó un análisis de los resultados obtenidos y posteriormente se compararon entre ellos para definir la ubicación de un CD que contribuya en la mejora del servicio al cliente en Francia.

3.4 Fase 2. Decisión de la ubicación final y Recomendaciones

Se definió la ubicación de un CD para cada una de las zonas evaluadas en Francia y se realizaron las recomendaciones necesarias para la mejora de la estrategia de distribución actual de

forma de impactar significativamente variables del costo logístico o el nivel de servicio requerido por los clientes.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el siguiente capítulo del libro, se presentan los resultados de la aplicación de la metodología descrita en el capítulo anterior; y la descripción del análisis de todas las herramientas que fueron utilizadas para la determinación de la nueva ubicación del CD.

4.1 Fase 1. Entendimiento y análisis de la situación

Esta fase se centra en la recolección de información necesaria para el entendimiento del problema y la aplicación de las metodologías de localización.

4.1.1 Entendimiento y Levantamiento de información

A continuación se resumirán aquellos aspectos más relevantes del levantamiento de información realizado en esta fase del proyecto y que no se encuentran expresados en el Capítulo II de este libro.

Actualmente la red de distribución de Francia está compuesta por 3 CD y más de 400 clientes, los cuales son abastecidos por 8 fábricas, tal como se muestra en la Figura 4.1:

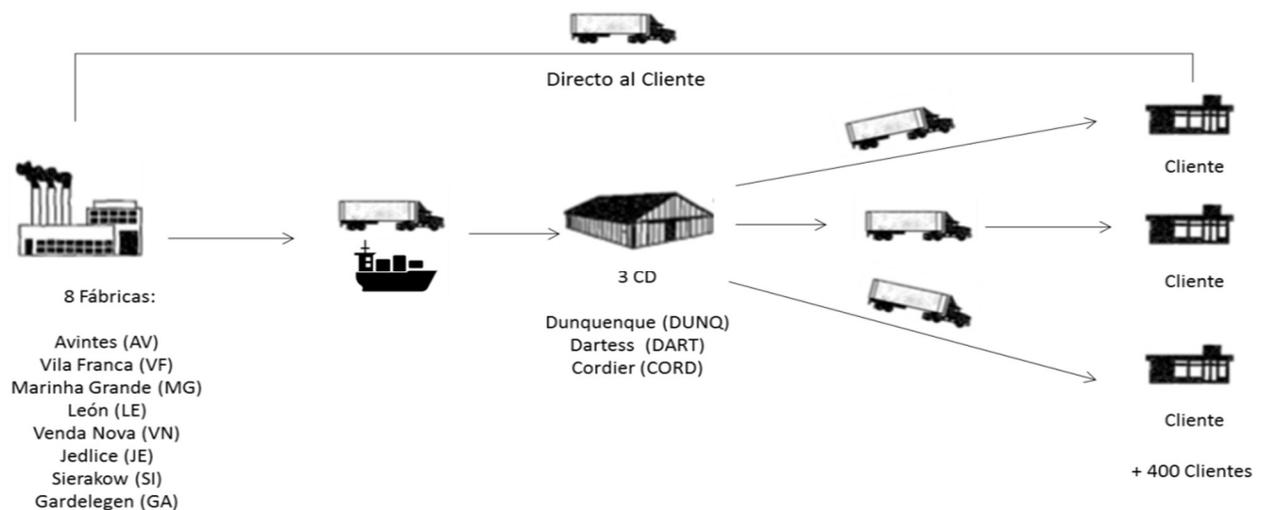


Figura 4.1. Red de distribución del mercado de Francia
Fuente: Elaboración propia

Francia posee altos costos de transporte, por lo que la empresa separa el territorio nacional en 4 zonas: Noroeste (FRNW), Noreste (FRNE), Suroeste (FRSW), Sureste (FRSE). En total, contiene 94 regiones o también llamadas departamentos. (Figura 4.2)

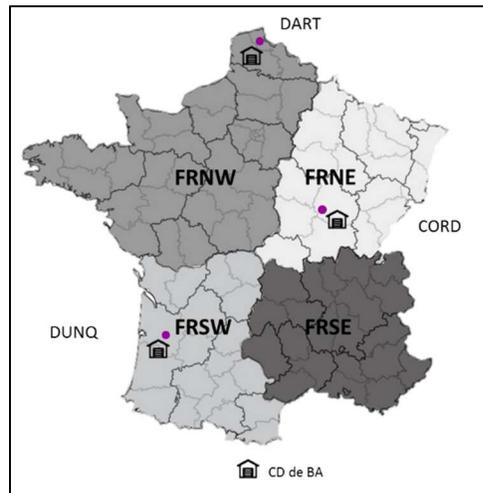


Figura 4.2. Mapa referencial de las Zonas de Francia y CD actuales
Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Análisis situacional

BA cuenta actualmente con tres CD: Dunquerque (DUNQ), Cordier (CORD) y Dartess (DART), ubicados en las zonas FRNW, FRNE y FRSW, respectivamente; no obstante, en la zona FRSE no posee ningún CD. Ahora bien, al evaluar la utilización de los mismos en el año 2016, se determinó que:

- DUNQ: Debido a la pérdida del principal cliente en la zona, el cual representaba el mayor porcentaje de utilización del almacén, este se encuentra prácticamente sin uso.
- CORD: Las ventas en donde se encuentra ubicado este almacén, no son de gran volumen por lo que actualmente tiene un porcentaje de utilización prácticamente nulo.
- DART: Presenta una disminución en su porcentaje de utilización. El apoyo al cliente de esta región ha sido a través del CD ubicado en La Rioja, España llamado Arnedo (ARND) en virtud a que los costos de almacenamiento son más baratos.

4.1.2.1 Análisis de las Ventas

BA tiene previsto para el 2017 un incremento de la demanda del 4,45% en Francia, conforme a las ventas del 2016, para los casos de Italia y Holanda un 11,96% y 51,97%, respectivamente. Para el caso de Bélgica por el contrario, se proyecta una disminución del 36,1%, tal como se muestra en Figura 4.3.

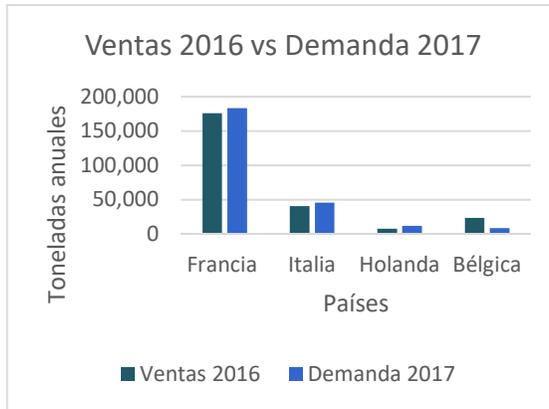


Figura 4.3. Ventas 2016 vs Demanda 2017

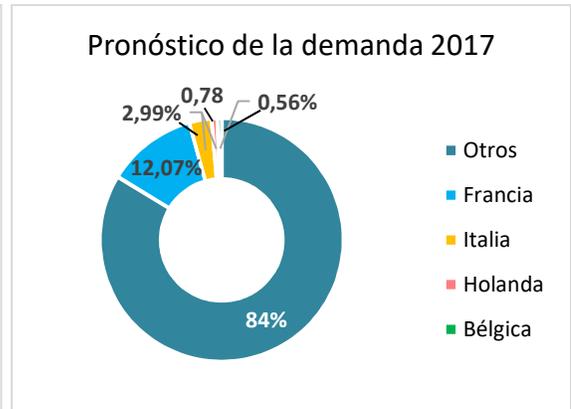


Figura 4.4 Pronóstico de la Demanda 2017

De acuerdo al pronóstico de la demanda para el año 2017 en relación a los países candidatos para el análisis, se determinó que Francia posee el mayor porcentaje con un valor del 12,07% sobre el volumen total de la empresa, en cuanto a que Italia, Holanda y Bélgica poseen un 2,99%, 0,78% y 0,56%, respectivamente. Por lo antes mencionado, se decidió concentrar el análisis de la localización del CD en Francia. Para ello, se evaluaron los porcentajes de la demanda por cada una de sus zonas.



Figura 4.5. Porcentaje de Demanda por Zona de Francia

En la Figura 4.5 se observa que la zona FRSW representa la de mayor volumen de demanda con un porcentaje del 43,44% sobre la demanda total para el país. Seguidamente, los porcentajes para las zonas FRSE, FRNW y FRNE fueron un 25,15%, 21,24% y 10,27%, respectivamente.

4.1.2.2 Agrupación de Clientes

Una vez tomada la decisión de centrar el análisis en Francia, de acuerdo a un análisis de Pareto realizado, se logró determinar para las zonas FRSW y FRSE, las regiones con mayor número de demanda con sus clientes más representativos.

Zona FRSW

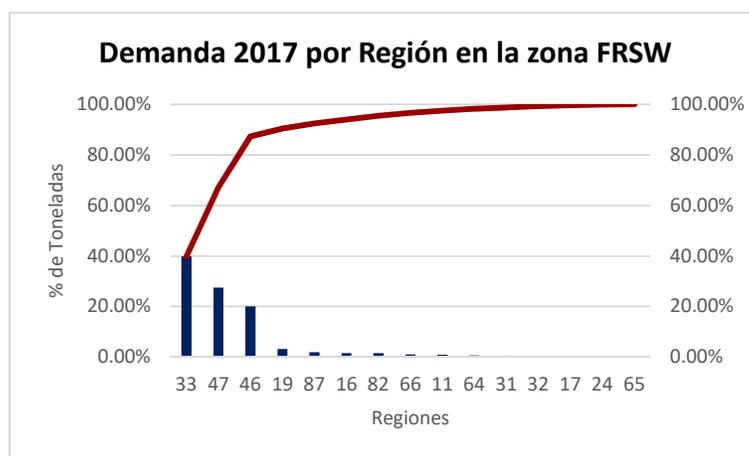


Figura 4.6. Diagrama de Pareto: Demanda por Región en la zona FRSW

En la Figura 4.6 se puede observar que aproximadamente el 20% de las regiones que representan el 80% del porcentaje de demanda para el año 2017 de la zona FRSW, fueron las regiones de Bordeaux (Reg. 33), Agen (Reg. 47) y Cahors (Reg. 46) con porcentajes de demanda de aproximadamente 39%, 28% y 20%, respectivamente.

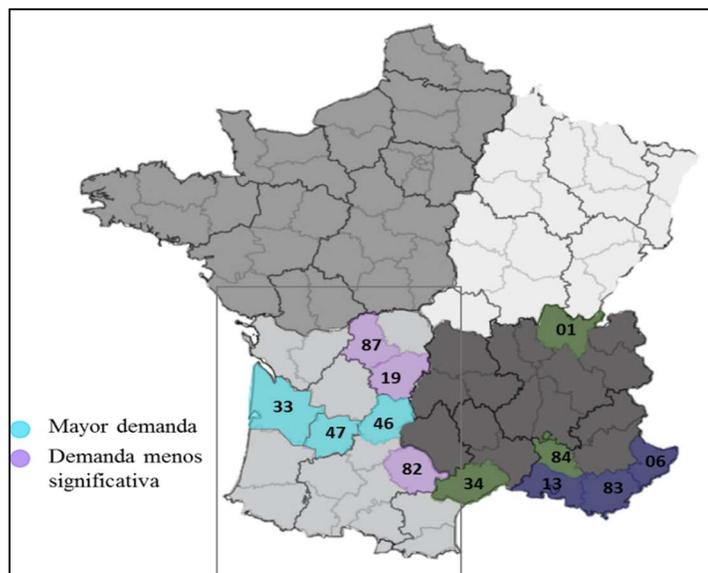


Figura 4.7. Visualización de regiones de mayor y menor demanda FRSW
Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, se debe destacar que en la región 47 se encuentra ubicado un cliente que representa el 77,54% de la de demanda de la región. Este posee un tipo de acuerdo EXW, que significa que el cliente busca su mercancía directamente en la fábrica. De igual forma, en la región 46 se tiene un único cliente del sector alimentación que por condiciones acordadas y/o características de sus productos, su mercancía es enviada de forma directa. De ahora en adelante, a estos clientes se les llamará Clientes Especiales.

Zona FRSE

En la Figura 4.8 se muestra que para la zona FRSE el mayor porcentaje de demanda, se concentra en las regiones de Aviñón (Reg. 84), Montpellier (Reg. 34) y Bourg (Reg.01), los cuales representan 25%, 16%, 11%, respectivamente.

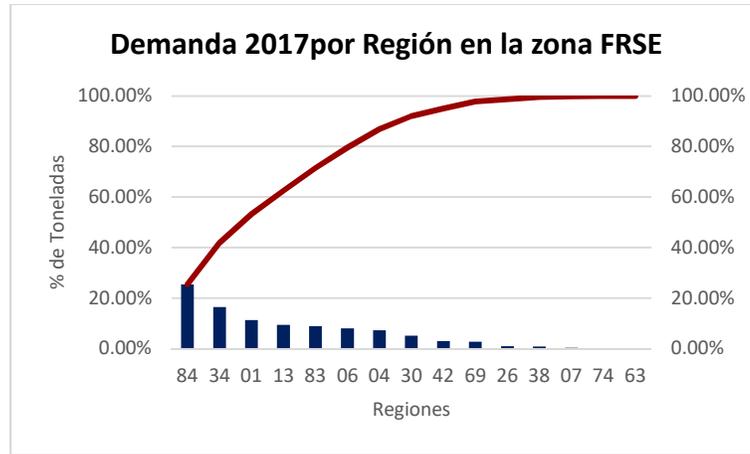


Figura 4.8. Diagrama de Pareto: Demanda por Región en la zona FRSE

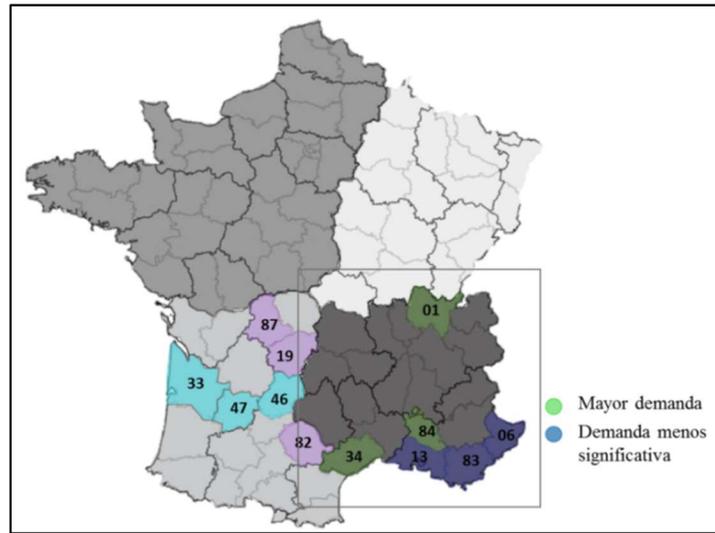


Figura 4.9. Visualización de regiones de mayor y menor demanda FRSE
Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar, que en la aplicación de los métodos del Modelo de Simulación, Programación Lineal y los Factores Ponderados, se consideraron no sólo las regiones con mayor demanda sino también otras regiones que tienen clientes potenciales y manejan una demanda significativa.

4.1.2.3 Costos de Transporte

La definición de los parámetros de transporte tales como: la distancia entre origen y destino, las tarifas de transporte y el número de viajes necesarios para cumplir con la demanda, son clave

para definir el tipo de transporte y el costo del mismo. En este sentido, este último se considera una variable significativa en los costos de distribución y por ende en el precio del producto.

De acuerdo a la información suministrada por el Departamento de Transporte de BA, la tarifa referencial de transporte se muestra en la Tabla. 4.1:

Tabla 4.1. Tarifas referenciales de los precios de transporte

Distancia (Km)	Tarifa Referencial
0 - 50	210 €
50 - 100	320 €
100 - 150	415 €
Mayor a 150	1,5 €/Km

Conforme a la Tabla 4.1 antes indicada se obtuvieron los Precios por Viaje (o camión) para cumplir con la demanda de los clientes agrupados por región, a partir de la multiplicación de las distancias obtenidas entre los nodos (Fábricas, CD y Clientes) por las tarifas referenciales.

La matriz final de costos de transporte se construyó al multiplicar el número total de viajes obtenidos de la base de datos descargada del sistema SAP por el Precio por Viaje. Los costos obtenidos fueron validos por el jefe de transporte y de acuerdo a valores históricos registrados en el sistema SAP.

Del análisis efectuado a los Precios por Viaje se observó lo siguiente:

- Transportar desde Polonia y Alemania resulta más costoso, a excepción de la parte norte de la FRSE.
- El transporte desde la fábrica de León de España mostró los valores más bajos para ambas zonas.
- Los costos de transporte desde la fábrica de Villa Franca en España resultaron un poco más elevados que desde las fábricas de Portugal a pesar de encontrarse a una distancia menor de las regiones de Francia, esto se debe a que donde se ubica la fábrica no existe gran flujo de transporte y se contratan transporte con tarifas más elevadas..
- Los costos de transporte por vía marítima desde Portugal hasta el Puerto de Fos-Sur-Mer ubicado en la zona FRSE, son menores en comparación a los costos de transporte por

camión; no obstante, para este puerto en específico la capacidad de los contenedores (22 paletas) es menor a la de los camiones (26 paletas).

- El transporte desde las fábricas de Polonia y Alemania al Puerto de Fos-Sur-Mer se realiza obligatoriamente por camión y no por barco.

4.1.2.4 Costos de Operación del CD

En esta fase, se identificaron como parámetros principales el número de paletas para almacenar, el nivel de rotación de inventario y los costos de operación (CO) del CD: almacenamiento y manipulación de PA. Para estos últimos, se obtuvieron las tarifas referenciales de acuerdo a almacenes de BA en Francia y La Rioja - España, los cuales se muestran en las Tablas 4.2 y 4.3:

Tabla 4.2. Tarifas referenciales de Operación en los CD de Francia

Actividad	Tarifa Referencial
Descarga	3,7 (€/Pal.)
Carga	3,7 (€/Pal.)
Almacenamiento CD	0,152 (€/Pal.) por día
Almacenamiento Puerto Fos-sur Mer. (FRSE)	5 €/m ²

Tabla 4.3. Tarifas referenciales de Operación en los CD de ARND (España)

Actividad	Tarifa Referencial
Descarga	2 (€/Pal.)
Carga	0 (€/Pal.)
Almacenamiento CD	1000 (€/mes) por 500 pal

En relación al número de paletas, estas fueron obtenidas a partir de la base de datos descargada del sistema SAP para, junto a las tarifas del CO, ser introducidas en la fórmula de CO total referida en el marco metodológico.

Del análisis se pudo evidenciar que los costos de operación en Francia, son superiores en un 85% a los costos de operación de los CD en otros países dentro de la red, lo que pone de manifiesto que esta variable resulta influyente en la decisión de la ubicación de un CD en Francia.

4.2 Fase 2. Aplicación de los Métodos de Ubicación

En la siguiente sección se explican los resultados de cada uno de los métodos empleados.

4.2.1 Método de Distribución de Cargas

Zona FRSW

Para la obtención de las coordenadas X y Y de las posibles localidades candidatas para la ubicación del CD, se aplicó el método de Distribución de Cargas sólo para las regiones con volumen de ventas significativas y que tuvieran clientes potenciales. En este sentido, de acuerdo al resultado anterior, se aplicó el método dos veces: una considerando el volumen de los principales clientes de las regiones 33 (Burdeos), 47 (Agen) y 46 (Cahors), y otra sólo los clientes de la 33; es decir, excluyendo a los clientes denominados Clientes Especiales que por sus características antes especificadas, no se considera el uso de un CD para satisfacer su demanda.

La Tabla 4.4 muestra las coordenadas (X y Y) de las posibles localidades candidatas para la ubicación del CD en la zona FRSW, donde, según la herramienta de Google Maps, L1 se localiza en Dordoña y L2 en Creón. Ambas, están separadas aproximadamente por 67,4 Km.

Tabla 4.4. Coordenadas de Loc. Candidatas FRSW

Loc. Candidata	Coordenadas	
	X	Y
Localización 1 (L1)	44,73977	0,330621
Localización 2 (L2)	44,77111	-0,35852

Estas coordenadas se identifican en la Figura 4.10 que se muestra a continuación:



Figura 4.10. Zoom de Localizaciones L1 y L2 candidatas a través de herramienta Google Maps.

Zona FRSE

Para esta zona también se aplicó el método de Distribución de Cargas en dos oportunidades, debido a que en el análisis de Pareto realizado para la agrupación de clientes se determinó que se tiene un volumen de ventas significativo en la región 01 (Bourg) ubicada en la parte norte de la zona en cuestión, por ello el método se empleó para dos opciones: con y sin esta región.

La Tabla 4.5 muestra las coordenadas (X y Y) de las posibles localidades candidatas para la ubicación del CD en la zona FRSE, donde, según la herramienta de Google Maps, L3 se localiza en Nyons y L4 en Saint Gilles. Ambas, están separadas aproximadamente por 120 Km.

Tabla 4.5 Coordenadas de Loc. Candidatas FRSE

Loc. Candidata	Coordenadas	
	X	Y
Localización 3 (L3)	44,37561	5,099652
Localización 4 (L4)	43,67858	4,434794

Estas coordenadas se identifican en la Figura 4.11 que se muestra a continuación:



Figura 4.11. Zoom de Localizaciones L3 y L4 candidatas a través de herramienta Google Maps.

4.2.2 Modelo de Simulación

Este modelo evaluó no sólo las localizaciones determinadas por el método de distribución de cargas L1 y L2, sino que incorporó el centro de distribución Arnedo (ARND) ubicado en La Rioja, España, motivado a que en el análisis situacional se evidenció que los costos de operación (manipulación y almacenamiento) son más bajos. A continuación en la Figura 4.13 se muestran las tres opciones de localización en el mapa en relación a las fábricas de BA, que fueron consideradas.

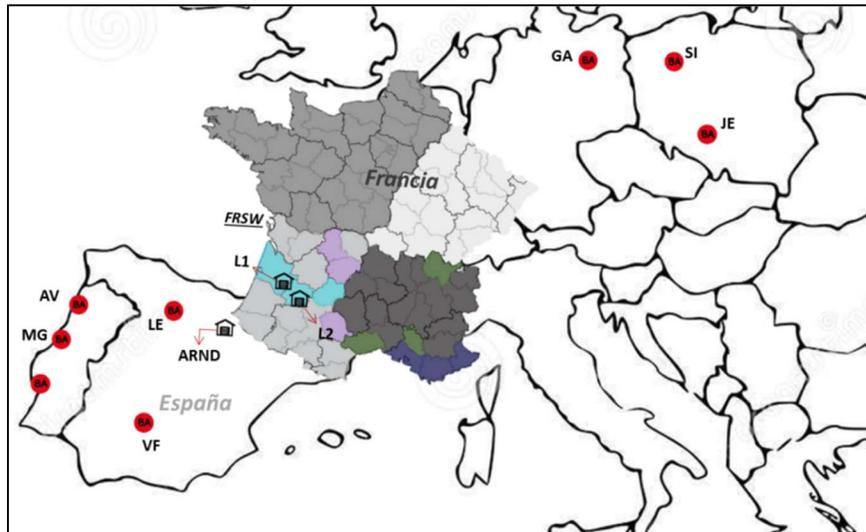


Figura 4.12. Visualización de las tres opciones de localización en la zona FRSW.
Fuente: Elaboración propia

FRSW

Para el análisis se decidió crear dos escenarios diferentes, con el objeto de evaluar el impacto en los costos de transporte y almacenamiento variando el porcentaje de toneladas que pasan por el centro de distribución. El primer escenario no considera a los Clientes Especiales ubicados en la región 47 y 46, que poseen un acuerdo de EXW (en donde el cliente busca su mercancía directamente en la fábrica) y características de productos particular (mercancía enviada directamente al cliente desde la fábrica por convenio); el escenario número dos, si incluye a estos clientes.

Para ambos escenarios se consideraron no sólo las regiones con mayor demanda sino también otras regiones que tienen clientes potenciales y manejan una demanda significativa identificadas como: 82 (Montauban), 19 (Tulle) y 87 (Limoges). Los escenarios se muestran en la Tabla 4.6:

Tabla 4.6. Escenarios para la evaluación de costos totales Zona FRSW

Escenario 1: Sin incluir a los clientes	Escenario 2: Se incluye a los clientes
Regiones 33, 47: Se varía el porcentaje desde 20% hasta 80%. Regiones 82, 19, 87: El porcentaje permanece fijo en 20%.	Regiones 33, 47: Se varía el porcentaje desde 20% a 80%. Regiones 82, 19, 87: El porcentaje permanece fijo en 20%. Regiones 47 y 46 (Clientes Especiales): Se varía el porcentaje desde 20% hasta 80%.

La utilización del CD pretende ser más eficiente en el servicio que se presta al cliente, no obstante genera para la empresa un aumento de los costos de transporte y de almacenamiento, es decir, cuanto mayor sea el número de toneladas de almacenar en un CD para cumplir con el pedido de los clientes, el costo total de distribución es mayor, tal como se observa en la Figura 4.13, para ambas ubicaciones candidatas.

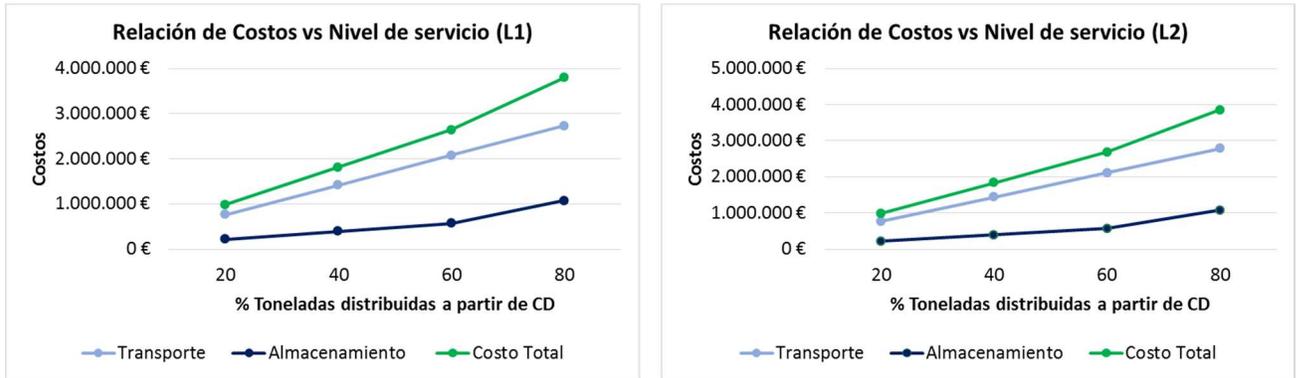


Figura 4.13. Comportamiento de costos FRSW. En la Izquierda se aprecia la relación de costos de L1 y en la Derecha la relación de costos de L2.

Para las localizaciones del CD generadas por el método de distribución de cargas (L1 y L2), se observó que la diferencia entre ambos escenarios se concentró en los costos de transporte, toda vez que los costos de almacenamiento utilizados fueron los mismos al considerarse las mismas tarifas referenciales. En este sentido, para el primer escenario los costos referentes a la primera localización del CD (L1) resultaron más bajos debido a que esta se encuentra más próxima de las regiones 87,19 y 82 para las que se asume una distribución del 20% y además tiene una ubicación más céntrica.

% Toneladas	Escenario 1 (No incluye clientes especiales)				Escenario 2 (Incluye clientes especiales)			
	Localización	Transporte	Operación CD	Total	Localización	Transporte	Operación CD	Total
20%	L 1	761.908 €	217.592 €	979.501 €	L 1	1.417.660 €	381.002 €	1.798.661 €
	L 2	770.693 €	217.592 €	988.285 €	L 2	1.391.439 €	381.002 €	1.772.440 €
	ARND	790.560 €	89.071 €	879.631 €	ARND	1.421.999 €	161.049 €	1.583.048 €
40%	L 1	1.416.615 €	393.832 €	1.810.447 €	L 1	2.728.117 €	720.651 €	3.448.769 €
	L 2	1.440.327 €	393.832 €	1.834.159 €	L 2	2.681.818 €	720.651 €	3.402.469 €
	ARND	1.486.548 €	166.700 €	1.653.248 €	ARND	2.749.425 €	310.656 €	3.060.081 €
60%	L 1	2.071.321 €	570.073 €	2.641.394 €	L 1	4.038.575 €	1.060.301 €	5.098.876 €
	L 2	2.109.960 €	570.073 €	2.680.033 €	L 2	4.076.851 €	1.060.301 €	5.137.152 €
	ARND	2.182.535 €	244.330 €	2.426.865 €	ARND	3.972.198 €	460.264 €	4.432.461 €
80%	L 1	2.726.028 €	746.313 €	3.472.340 €	L 1	5.349.033 €	1.399.950 €	6.748.983 €
	L 2	2.779.594 €	746.313 €	3.525.907 €	L 2	5.262.577 €	1.399.950 €	6.662.528 €
	ARND	2.878.523 €	321.959 €	3.200.482 €	ARND	5.404.277 €	609.871 €	6.014.149 €

Figura 4.14. Costos de escenarios 1 y 2 de acuerdo al % de Ton (FRSW)

Por el contrario, para el segundo escenario se obtiene que en la ubicación L2 los costos de transportes son más bajos, debido a que esta localización se encuentra más próxima a las regiones 33 y 47, donde se concentra la mayor demanda.

Ahora bien, para ambos escenarios la diferencia del costo total (almacenaje y transporte) entre las ubicaciones L1 y L2 es sólo del 0,13%, sin embargo, existe una diferencia significativa en el porcentaje de toneladas que pasan por el CD ya que por cada incremento del 20%, el costo total aumenta un 53,7%. Así mismo, al incluir a los clientes especiales se tiene un incremento en los costos de un 55%.

En los dos escenarios evaluados, el costo total (transporte más operación) es menor en aproximadamente un 11% para el CD de ARND-España en relación con L1 y L2, a pesar de tener costos de transporte más elevados. Ahora bien, los costos de operación (manipulación más almacenamiento) son menores en un 60%.

En relación a los costos de manipulación de paletas, es decir, recepción y salida de las mismas, se tiene que por cada céntimo menos (lo que representa el 2,7% del costo actual), una reducción del 0,96%. En cuanto al costo de almacenamiento, por cada 0,010 céntimos reducido (6,57% del

costo actual), se tiene una reducción del 5,51%. Las Tablas 4.7 y 4.8 muestran la reducción de costos que significarían un impacto en el costo por paleta.

Tabla 4.7. Reducción de los Costos de Operación en CD para cada Li

Costos de Operación Li		
Manipulación (€/Pal)	Almacenaje (€/día)	Costo (€/Pal)
3,7 €	0,152 €	21,08 €
3,6 €	0,142 €	19,98 €
3,5 €	0,132 €	18,88 €
3,4 €	0,122 €	17,78 €
3,3 €	0,112 €	16,68 €

Tabla 4.8. Reducción de los Costos de Operación en CD del Puerto

Costos de Operación en el Puerto	
Manipulación y Almacenaje	€/m2 (Por mes)
6,0 €	72 €
5,5 €	66 €
5,0 €	60 €
4,5 €	54 €
4,0 €	48 €

Este análisis en la reducción de la tarifa es igual para las dos zonas (FRSW y FRSE).

FRSE

En la Figura 4.15 se muestran las tres opciones de localización para la zona FRSE en el mapa en relación a las fábricas de BA, que fueron consideradas.

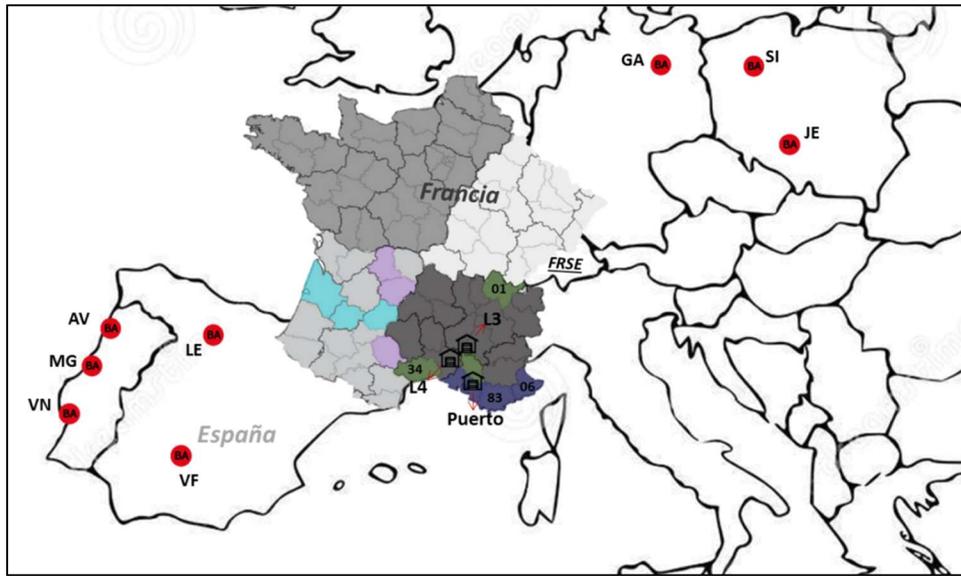


Figura 4.15. Visualización de las tres opciones de localización en la zona FRSE.
Fuente: Elaboración propia

Para esta zona se tiene que las ventas se concentran en las regiones 84 (Aviñón), 34 (Montpellier) y 13 (Marselle); nuevamente se definieron dos escenarios variando el porcentaje de toneladas que pasan por el CD. En el primer escenario se evalúa el impacto en los costos totales de distribuir desde las localizaciones L3, L4 y el Puerto Fos-Ser-Mer a las regiones 01 (Bourg), 42 (St. Elienne) y 69 (Lyon), ubicadas en la parte norte de la zona FRSE, es decir, más alejadas de donde se concentra el mayor volumen de la demanda. El escenario dos no incluye las regiones mencionadas; dichos escenarios se muestran en la Tabla 4.9:

Tabla 4.9. Escenarios para la evaluación de costos totales FRSE

Escenario 1: Se incluye las regiones 01,42 y 69	Escenario 2: No incluye regiones 01,42 y 69
- Regiones 84,34 y13: Se varía el porcentaje desde 20% hasta 80%. Regiones 01,42 y 69: El porcentaje permanece fijo en 20%.	- Regiones 84,34 y 13: Se varía el porcentaje desde 20% a 80%. - Regiones 01,42 y 69: El porcentaje permanece fijo en 0%.

Nuevamente, se tiene una tendencia de que a mayor utilización del CD, los costos tanto de transporte como almacenamiento aumentan y se tiene un costo total mayor. (Figura 4.16)

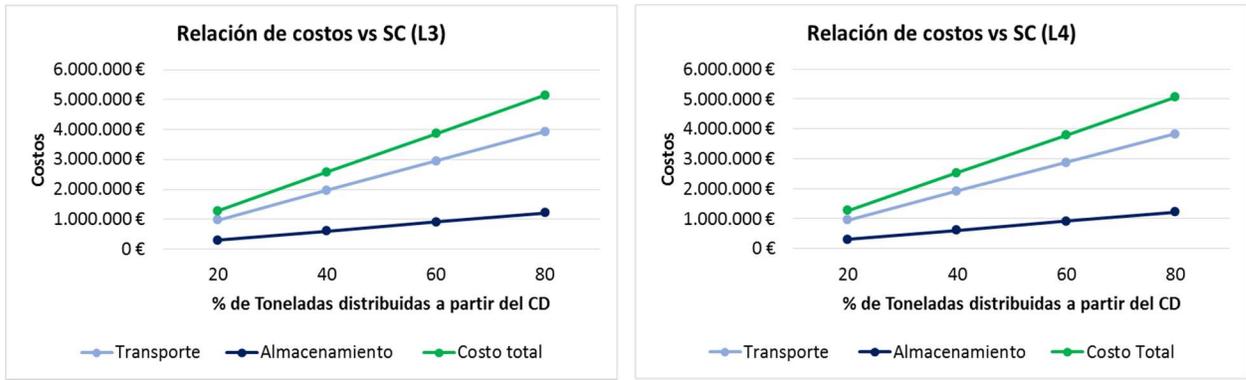


Figura 4.16. Comportamiento de costos FRSE. En la Izquierda se aprecia la relación de costos de L3 y en la Derecha la relación de costos de L4.

En relación al escenario 1, si se considera necesario para la regiones 01 (Bourg), 42 (St. Elienne) y 69 (Lyon) utilizar un CD, se tiene que el menor costo de transporte corresponde para la localización L4 en Saint Gilles con un valor del 2,28%, la cual pertenece a la región 84 (Aviñón) donde se concentra la mayor demanda. No obstante, en relación a los costos de operación de almacén (manipulación y almacenamiento) el Puerto genera menores costos en un 17,11% con respecto a L1 y L2. En este sentido, la opción que resulta un menor costo total (transporte más operación) es el Puerto-Sur-Mer en un 1,84% con respecto a L4 y 3,89% con respecto a L3.

% Toneladas	Escenario 1 (Incluye Regiones 01,42 y 69)				Escenario 2 (No incluye Regiones 01,42 y 69)			
	Localización	Transporte	Operación CD	Total	Localización	Transporte	Operación CD	Total
20%	L3	982.751 €	305.699 €	1.288.451 €	L3	788.155 €	245.050 €	1.033.205 €
	L4	957.411 €	305.699 €	1.263.111 €	L4	762.161 €	245.050 €	1.007.211 €
	Puerto	979.227 €	261.034 €	1.240.261 €	Puerto	767.941 €	209.245 €	977.186 €
40%	L3	1.770.907 €	550.749 €	2.321.656 €	L3	1.576.310 €	490.099 €	2.066.410 €
	L4	1.719.572 €	550.749 €	2.270.321 €	L4	1.524.322 €	490.099 €	2.014.421 €
	Puerto	1.747.168 €	470.279 €	2.217.447 €	Puerto	1.535.881 €	418.491 €	1.954.372 €
60%	L3	2.559.062 €	795.799 €	3.354.861 €	L3	2.364.466 €	735.149 €	3.099.615 €
	L4	2.481.733 €	795.799 €	3.277.532 €	L4	2.286.483 €	735.149 €	3.021.632 €
	Puerto	2.515.108 €	679.524 €	3.194.633 €	Puerto	2.303.822 €	627.736 €	2.931.558 €
80%	L3	3.347.217 €	1.040.848 €	4.388.065 €	L3	3.152.621 €	980.199 €	4.132.820 €
	L4	3.243.894 €	1.040.848 €	4.284.743 €	L4	3.048.644 €	980.199 €	4.028.843 €
	Puerto	3.283.049 €	888.770 €	4.171.819 €	Puerto	3.071.762 €	836.982 €	3.908.744 €

Figura 4.17. Costos de escenarios 1 y 2 de acuerdo al % de Ton (FRSW)

Para ambos escenarios, existe una diferencia del costo total entre L3 y L4 del 2,01%. Así mismo, se obtuvo que para las tres localizaciones por cada 20% de toneladas que pasan por el CD, el costo total aumenta en un 50%.

En cuanto al escenario 2, si se considera para la regiones 01 (Bourg), 42 (St. Etienne) y 69 (Lyon) de la parte norte de la zona FRSE enviar todo directo al cliente, se tiene un ahorro entre el 26,92%. Dichos resultados, aplican para las tres ubicaciones en cuestión. Así mismo, se obtuvo que el Puerto a pesar de tener un mayor costo de transporte en un 2,28% en relación a L4, posee un costo total menor en un 3,07% con respecto a esta localización y un 5,73% en comparación con L3.

Ahora bien, para las tres localizaciones candidatas se tienen factores subjetivos importantes que podrían generar restricciones en el proceso logístico y con ello un peso en la decisión final. Estos factores serán analizados en la aplicación del método de Factores Ponderados.

4.2.3 Modelo de Programación Lineal entera

A partir del resultado obtenido en la fase de levantamiento de datos y el análisis situacional, se definieron los parámetros para la solución del problema. Para la validación del modelo se utilizó la herramienta Solver del programa Excel.

Para la zona FRSW, se tiene 8 nodos específicos correspondientes a las plantas de producción, (Parámetro i), 6 regiones correspondientes a la agrupación de la demanda (Parámetro j), 3 localizaciones candidatas (Parámetro k) y la posibilidad de alquilar uno o dos CD (Parámetro N). El resumen de dichos parámetros se muestra en la Tabla 4.10 a continuación:

Tabla 4.10. Parámetros correspondientes a la zona FRSW

i	j	k	N
1,2,...,8	1,2,...,6	1,2,...,3	1 o 2

Para la zona FRSE, se tiene 8 nodos específicos correspondientes a las plantas de producción, (Parámetro i), 10 regiones correspondiente a la agrupación de la demanda (Parámetro j), 3 localizaciones candidatas (Parámetro k) y nuevamente la posibilidad de alquilar un o dos CD (Parámetro N). El resumen de dichos parámetros se muestra en la Tabla 4.11 a continuación:

Tabla 4.11. Parámetros correspondientes a la zona FRSE

i	j	k	N
1,2,...,8	1,2,...,10	1,2,...,3	1 o 2

En principio, la empresa desea la mejor localización dentro de su red de distribución para un solo CD por zona. Sin embargo, en el análisis de resultados se decidió evaluar la mejor combinación de alternativas para alcanzar el máximo rendimiento; en este sentido, las corridas del modelo se realizaron para la localización final de 1 y 2 CD, entre las 3 localizaciones candidatas por zona.

Las soluciones óptimas del problema para la región FRSW, si sólo se considera usar un CD, es decir que $N=1$, se elige la localización candidata ARND. Si se considera la utilización de dos CD, es decir, $N=2$, se obtuvo una combinación entre L2 y ARND, lo que generaría una disminución en el costo del 2,52%.

En relación a esta última opción, el modelo de Programación lineal propone una red de distribución en donde se utilice el CD localizado en L2 para la demanda de las regiones Agen (47), Burdeos (33) y Cahors (46) que sean abastecidas por las fábricas de Jedlice y Sierakow de Polonia y Venda Nova de Portugal, respectivamente. Para el resto, se utilizaría el CD ubicado en la Rioja (ARND). En la sección de Anexos la Figura 4.15 ilustra de una mejor forma dicho resultado de distribución.

La Tabla 4.12 a continuación, muestra los resultados para un escenario que considera un porcentaje de distribución de 40% en las regiones: Burdeos (Reg. 33), Agen (Reg. 47) y Cahors (Reg. 46) donde se concentra la mayor demanda, y 20% para el resto de las regiones: Tulle (Reg. 19), Limoges (Reg. 87) y Montauban (Reg. 82).

Tabla 4.12 Resultados para uno y dos CD en la zona FRSW

Zona	N	Mejor Ubicación	Costo Mejor Ubicación
FRSW	1	ARND	2.379.425 €
FRSW	2	L2 y ARND	2.321.033 €

Las soluciones óptimas del problema para la región FRSE, si sólo se considera usar un CD, es decir, N=1, el modelo arroja como mejor localización al Puerto Fos-Sur-Mer por generar menores costos de transporte. Si se considera la utilización de dos CD en la zona, es decir, N=2, se obtuvo que la mejor combinación para satisfacer la demanda sería entre L4 y el Puerto, de esta forma se obtendría un ahorro del 0,65%. Ahora bien, si se considera no utilizar un CD para las regiones 01, 42 y 69 ubicadas en la parte norte de la zona, significaría un ahorro del 13,78%.

Al igual que la zona anterior, para la opción que combina dos CD el modelo de Programación lineal genera un propuesta de distribución en donde el CD localizado en L4 resulta la mejor almacenar la demanda de la región de Montpellier (34) abastecida por las fábricas de Vila Franca y León (España), Sieraków (Polonia) y Venda Nova (Portugal). En la sección de Anexos la Figura 4.16 ilustra de una mejor forma dicho resultado de distribución.

La Tabla 4.13 a continuación, muestra los resultados para un escenario que considera un porcentaje de distribución de 40% en las regiones: Avignon (Reg. 84), Montpellier (Reg. 34) y Marseille (Reg. 13) donde se concentra la mayor demanda, y 20% para el resto de las regiones: Bourg (Reg. 01), St. Elienne (Reg. 42) y Lyon (Reg. 69).

Tabla 4.13 Resultados para uno y dos CD en la zona FRSE

Zona	N	Mejor Ubicación	Costo Mejor Ubicación
FRSE	1	Puerto	1.904.187 €
FRSE	2	Puerto y L4	1.891.825 €

4.2.4 Método de los Factores ponderados

Para las tres localizaciones candidatas L3, L4 y el Puerto Fos-sur-mer se tienen factores subjetivos importantes que podrían generar restricciones en el proceso logístico y con ello un peso en la decisión final. Estos factores serán analizados en este método.

Zona FRSE

Factores objetivos (FOi)

Para la aplicación del método se consideraron los costos para un porcentaje de toneladas que pasan por el CD del 40% para las regiones 84 (Avignon), 34 (Montpellier) y 13 (Marseille) y un

porcentaje de 20%, para las regiones 01 (Bourg), 42 (St. Etienne) y 69 (Lyon). Los costos de muestran en la Tabla 4.14 siguiente:

Tabla 4.14. Costos utilizados para el cálculo de FOi

Costos (€)	Localización		
	L3	L4	Puerto
Transporte	1.576.310 €	1.524.322 €	1.535.881 €
Operación CD	490.099 €	490.099 €	418.491 €
Costo Total	2.066.410 €	2.014.421 €	1.954.372 €

En base a los costos obtenidos en la metodología anterior, se obtuvieron los siguientes valores relativos a cada factor objetivo (FOi) de costos de transporte y de almacenamiento, mostrados en la Tabla 4.15, en donde el mayor valor se obtuvo para el Puerto, debido a que tiene el menor costo total.

Tabla 4.15 Valores Relativos de cada FOi

Valores Relativos de cada FOi	
L3	0,32435
L4	0,33272
Puerto	0,34294
Total	1

Factores subjetivos (FSi)

Para cada una de las localidades alternativas se le asignó una ponderación de acuerdo a su nivel de importancia, tal como se muestra a continuación:

1. Acceso de comunicaciones (35%):

- Vías terrestres (25%)
- Vías marítimas (10%)

Se consideró pertinente incluir este factor en el análisis, debido a que las vías de comunicación representan un elemento de suma importancia en el traslado del producto terminado. Para ambos casos se utilizó la herramienta Google Maps para determinar la existencia de dichas vías de comunicaciones.

2. Características de la zona (30%)

- Flujo de tráfico y nivel de congestión (15%)

- Disponibilidad de almacenes para alquilar (15%)

Se consideró importante evaluar el nivel de congestión en la zona debido a que las localidades en cuestión se pueden ver afectadas en algunos meses de mucho tránsito por el turismo. Por otro lado, se tomó en cuenta si existen almacenes disponibles para alquilar y que además, cumplan con las condiciones de calidad especificadas por la empresa, mencionadas en el capítulo II.

3. Restricciones de transporte (35%)

La decisión de incluir este factor, se debió a que la forma de transporte entre las localidades evaluadas varía, por ejemplo, máxima capacidad por el tipo de vía, permisos, impuestos, entre otros. En el caso de ubicar el almacén de producto terminado en el Puerto, se debe considerar que desde las fábricas de Polonia y Alemania, la mercancía solo puede ser transportada por camión y no por barco, lo que ocasiona un incremento en los costos de transporte.

Se obtuvieron los valores relativos de cada factor subjetivo (FSi) a través del cálculo previo del índice de importancia relativa W_j y ordenamiento jerárquico R_{ij} , dando como resultados los siguientes valores (Tabla 4.16):

Tabla 4.16. Valores Relativos FOi

Valores Relativos de cada FSi	
L3	0,3536
L4	0,3344
Puerto	0,3196
TOTAL	1,0076

Posteriormente, se obtuvieron los valores de las Medidas de Preferencia de Localización (MPL), los cuales se muestran en la Tabla 4.17:

Tabla 4.17 Valores de MPL para cada Loc. Candidata FRSE

MPL	
L3	0,334
L4	0,335
Puerto	0,332

Se puede observar en la Tabla 4.17 que los valores obtenidos de MPL fueron bastante cercanos, esto puede atribuirse a que las localidades escogidas poseen características similares al

encontrarse próximas entre sí, en donde las distinciones específicas fueron determinadas por los factores objetivos y subjetivos. L3 posee el mayor valor en cuanto a los valores relativos de FSi.

Finalmente, se obtuvo que la mejor alternativa para la ubicación para un centro de distribución de producto acabado en la zona FRSE, corresponde a L4 por tener el mayor valor de MPL, como se observa en la Tabla 4.17.

4. Fase 3. Comparación de resultados

Zona FRSW

Al comparar el método de Simulación con el de Programación Lineal, ambos métodos de localización eligen la alternativa L2 situada en Creón ubicada en la región de Burdeos, como la opción que genera menores costos de transporte, para cualquier porcentaje de utilización del almacén.

Para ambos métodos de localización, a pesar de que resultan menores los costos de transporte a partir de la localización L2, el menor costo total lo genera el CD llamado ARND ubicado en la Rioja, España. Esto, se ve evidenciado debido a los altos costos de operación (almacenamiento y manipulación de PA) de los CD en Francia tal como fueron referenciados en las Tablas 4.2 y 4.3 anteriormente, y de acuerdo al análisis situacional donde se obtuvo que la mayoría de la demanda de la zona FRSW, está siendo abastecida a partir del CD español (ARND).

Una de las flexibilidades del método de Programación lineal, es que permite no sólo la selección de un solo CD sino también la solución óptima para la ubicación de dos CD, es decir, que combina más de una alternativa de localización. En este caso, mediante las alternativas L2 y ARND se obtiene un resultado que generaría un ahorro de la red de distribución del 2,52% con respecto a sólo seleccionar L2.

Considerando los elevados precios de almacenamiento, si se seleccionase sólo la opción de ARND, en relación sólo a los costos de transporte al comparar el costo obtenido por el método de Simulación con la opción de combinar dos CD, es decir, las alternativas L2 y ARND, se obtendría un ahorro de la red de distribución del 12,31%.

La idea de almacenar el producto terminado en un CD próximo al cliente, brinda la capacidad de tener una respuesta rápida ante la variabilidad de la demanda, por lo que pensar satisfacer la

demanda a partir del almacén ARND, puede resultar una opción más económica pero podría afectar la velocidad de respuesta en relación de las necesidades del cliente. En este mismo orden de ideas, se tiene que los costos de almacenamiento están afectando considerablemente la utilización de almacenes de producto acabado en Francia, por lo que si se consigue reducir los costos de almacenamiento la ubicación L2 sería la opción a considerar.

Zona FRSE

Para esta zona, al comparar el Método de Simulación con el de Programación, para la alternativa de un solo CD en la zona, ambos dan como resultado que la mejor localización es el Puerto Fos-Sur-Mer debido a que es la opción que genera el menor costo total. Así mismo, al igual que el caso anterior, se evaluó a partir de método de Programación lineal la posibilidad de combinar dos CD. Como resultado se obtuvo que la utilización estratégica de los CD ubicados en L4, es decir, en Saint Gilles en la región de Aviñón y de coordenadas (43,67858; 4,434794) y en el Puerto de Fos Sur Mer de la región de Marselle, generaría un ahorro del 0,65% anual.

En este mismo orden de ideas, se realizó una comparación con el método de Factores Ponderados, el cual decidió aplicarse debido a que la zona FRSE nunca había sido evaluada para la utilización de un CD y se consideró apropiado una evaluación más exhaustiva.

A partir del método de Factores Ponderados se obtiene que la mejor opción sería la alternativa L4. Esta diferencia con respecto a las otras dos metodologías se debe a que cuando se evalúan factores cualitativos, el Puerto deja de resultar la mejor opción debido a que significa una forma de envío más lenta y además requiere dos medios de transporte diferentes para hacer llegar la mercancía al cliente, a pesar de ser una opción ventajosa al generar menores costos tanto de transporte y de almacenamiento.

Se determinaron las siguientes conclusiones:

- Desde el punto de vista de ubicación la opción L2 generaría un costo de transporte menor y una respuesta más rápida al cliente.
- Los costos de almacenamiento y de manipulación en Francia, resultan mayores en un 60% por lo que disminuyen y afectan la rentabilidad de las opciones L1 y L2.

- La alternativa de ubicar el CD en España, es decir, en ARND, es la más económica en un 11%. En este sentido, de no conseguir alquilar un CD con precios de operación más bajos, la mejor alternativa de almacenamiento sería ARND.
- En relación a Clientes Especiales, quienes poseen un contrato de tipo EWX en donde no se tienen responsabilidades de transporte sino que el cliente busca su mercancía directamente en la fábrica, y la posibilidad de ofrecerles aproximar la mercancía hasta un CD en Francia, generaría un aumento sobre el costo total del 35%. De igual forma, este incremento a su vez significaría incluir dicho costo en el precio del producto.

4.4 Fase 4. Decisión de la ubicación

Los CD ubicados en Francia, tienen mayor proximidad con los clientes, lo que ayuda a aumentar la capacidad de respuesta, crear una ventaja competitiva y brindar un mejor servicio. No obstante, tal como ha sido mencionado anteriormente, la variable de costos de operación en este país resulta significativamente elevada e influyente en la decisión.

El objetivo de la pasantía estuvo basado en determinar la mejor localización para un CD en Francia como apoyo a la logística de distribución y brindar un servicio al cliente adecuado, a un costo rentable para la organización. En consecuencia, para el volumen de ventas de la empresa en Francia y seleccionando la opción de menor costo, en la zona FRSW se propone localizar el CD en la Rioja-España, es decir, utilizar ARND.

No obstante, es importante elegir una localización para el CD que genere un equilibrio entre los costos totales y el servicio brindado al cliente, que a su vez sea factible y sustentable. En este sentido, y considerando los altos costos de operación actuales (almacenaje y manipulación de paletas), mediante la herramienta de Programación lineal se propone la utilización de dos CD, localizados en la Rioja- España (ARND) y en la región de Burdeos (L2) que posee coordenadas (44,77111; -0,35852) y se encuentra cerca de Creón, debido a que permitiría un ahorro de la red de distribución del 2,52%, sobre la decisión de elegir sólo un CD ubicado en La Rioja (ARND).

En este mismo orden de ideas, para la zona FRSE, se obtuvo que la mejor opción para localizar un CD es en el Puerto Fos-Ser-Mer, considerando el volumen de ventas actual y que generaría el menor costo total. De igual forma, de tenerse un aumento significativo en las ventas, en especial en la parte norte donde se ubican las regiones 01 (Bourg), 42 (St. Elienne) y 69 (Lyon), sería

necesario evaluar nuevamente las localizaciones. Ahora bien, al igual que el caso anterior mediante la herramienta de Programación lineal fue posible proponer la distribución a partir de dos CD, que serían la localización L4 ubicada en Saint Gilles que pertenece a la región de Avignon (Reg. 84) de coordenadas (43,67858; 4,434794) y el Puerto Fos-Ser-Mer. Esta combinación permitiría no sólo un ahorro de la red de distribución del 0,65% en comparación a seleccionar sola una localización, sino también mayor flexibilidad de la misma de acuerdo las necesidades de los clientes y los picos de demanda.

Es importante que se realice una búsqueda exhaustiva para el alquiler de los CD de la zona FRSE, debido a que en ésta hasta el momento no ha sido utilizado ningún CD, partiendo de los precios referenciales de los almacenes actuales del resto de las zonas. Por motivos de tiempo, no se pudo participar en dicha búsqueda.

Ahora bien, se debe considerar que la decisión de brindar servicio a partir de un almacén avanzado, requiere también del apoyo y la validación final por parte del Departamento de Ventas, quien debe crear estrategia de aumento en las ventas para que la inversión sea justificada, tomando en consideración que la aproximación de la mercancía al cliente partir del almacén, significa un aumento en el precio del producto.

CONCLUSIONES

La mayoría de los factores de localización no permanecen inalterables en el tiempo, sino más bien, el acelerado ritmo de crecimiento que genera cambios en el entorno, está provocando que las decisiones de localización sean mucho más comunes.

A partir de la aplicación del método de Distribución de Carga se obtuvieron dos localizaciones candidatas para un CD en las zonas de FRSW y FRSE, a las que luego se les incorporó una tercera alternativa de localización a partir del análisis situacional actual de la empresa y por sugerencia del departamento de Logística. Éstas fueron insumos para la elaboración de una herramienta de Simulación en el programa Excel con el objeto de evaluar los costos de transporte y operaciones de almacén, la aplicación de un modelo matemático de Programación Lineal entera y del Método de Factores Ponderados.

La decisión de un CD para BA promueve un énfasis en la competencia en el servicio al cliente, el contacto directo, el rápido desarrollo de nuevos productos y la entrega rápida, que se está traduciendo en una tendencia de localización cercana a los mercados. De hecho, el método de Distribución de Carga, se aplicó para las regiones donde las ventas fuesen significativas.

Como resultado, para la zona FRSW se determinó que para un solo CD la mejor localización sería la alternativa de ARND ubicado en la Rioja, España. No obstante, a partir del método de Programación lineal se propuso la utilización de dos CD, localizados en la Rioja- España (ARND) y en la región de Burdeos (L2) que posee coordenadas (44,77111; -0,35852) y se encuentra cerca de Creón, debido a que generaría un ahorro de la red de distribución del 2,52%, sobre la decisión de elegir sólo un CD ubicado en La Rioja (ARND).

En este mismo orden de ideas, para la zona FRSE se eligió localizar el CD en el Puerto Fos Sur Mer, por resultar la opción más económica. De igual forma, se determinó a partir del modelo matemático, que la opción de utilizar dos CD ubicados en L4, es decir, en Saint Gilles que pertenece a la región de Avignon de coordenadas (43,67858; 4,434794) y en el Puerto Fos-Ser-Mer, generaría un ahorro del 0,65% y se tendría una mayor flexibilidad de respuesta ante la variabilidad de la demanda.

Finalmente, es importante mencionar que si la demanda de los productos de una empresa se conociera con seguridad, y los productos pudieran suministrarse instantáneamente para satisfacer

la demanda, teóricamente el almacenamiento no sería necesario, ya que no se mantendría ningún inventario. No obstante, para la empresa BA Vidro, la demanda no siempre es constante y los CD resultan un apoyo significativo en la logística y el tiempo de respuesta al cliente, motivo por el cual la localización de los CD deben de ser evaluados cada cierto tiempo para garantizar el máximo de la eficiencia de la red de distribución de la empresa.

RECOMENDACIONES

Los altos costos de almacenamiento en Francia, están afectando la decisión de tener un CD en este país y que se haga uso del almacén ubicado en España. Es por ello, que se considera importante intentar re-negociar los costos de almacenamiento o realizar una nueva búsqueda de almacenes para evaluar si existen almacenes con precios más bajos, que cumplan y satisfagan las necesidades de BA.

En este sentido, se propone negociar una mayor variabilidad en los precios de operación de acuerdo al volumen que sea almacenado, considerando que actualmente se tiene una tarifa fija por entrada, salida y almacenamiento de PA independiente del volumen.

Ante variabilidad de la demanda de BA, se recomienda evaluar periódicamente la localización de los CD para garantizar una red de distribución rentable y eficiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ballou, R. 2004. *Logística: Administración de la cadena de suministro* (5ta. Ed.) México D.F: Pearson Educación.

(Vargas, J; Días, H) (2014). *Modelo matemático para determinar la ubicación de un Centro de Distribución en un contexto real*. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

(SA), (SF). *Diferencia entre almacén y Centro de distribución*. Disponible en: <http://www.economicas.unsa.edu.ar/orgadmin/almaceII.htm>. [Consulta: febrero 2017].

(Carro, Gonzales) (2014). *Localización de instalaciones*. Disponible en: http://nulan.mdp.edu.ar/1619/1/14_localizacion_instalaciones.pdf. [Consulta: febrero, 2017]

(Vega. S, Vieira. V, Geraldo. J, Toso. V), (2014). *Metodología para la localización de centros de distribución a través de la metodología de multicriterio y optimización*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Colombia. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/496/49630405004.pdf>. [Consulta: marzo, 2017]

Aponte, A. Rosas, P. (SF). *Propuesta de solución al problema de localización de centro de distribución basándose en la meta-heurística GRASP*. Tesis doctoral Universidad Javeriana de Colombia. Disponible en: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/Tesis236.pdf>. [Consulta: marzo, 2017].

(Harvey N. Shycon y Richard B. Maffei). *Simulation-Tool for Better Distribution*. Harvard Business Review, Vol. 38, Núm. 6 (noviembre-diciembre de 1960), (Págs. 65-75). Parte V. Estrategia de ubicación.

ANEXOS

Yk	Variables		
	IL 1	IL 2	ARND 1
Yk	0	1	1
33.AV	0	0	1
47.AV	0	0	1
33.VF	0	0	1
47.VF	0	0	1
33.GA	0	0	1
47.JE	0	1	0
82.JE	0	0	1
33.MG	0	0	1
19.MG	0	0	1
82.MG	0	0	1
33.SI	0	1	0
33.LE	0	0	1
47.LE	0	0	1
46.LE	0	0	1
19.LE	0	0	1
82.LE	0	0	1
33.VN	0	0	1
47.VN	0	0	1
46.VN	0	1	0
19.VN	0	0	1
87.VN	0	0	1
82.VN	0	0	1

Figura. 4.15. Propuesta red distribución para la zona FRSW

Yk	Variables		
	Puerto	L3	L4
Yk	1	0	1
84.AV	1	0	0
34.AV	1	0	0
83.AV	1	0	0
04.AV	1	0	0
30.AV	1	0	0
84.VF	1	0	0
34.VF	0	0	1
83.VF	1	0	0
30.VF	1	0	0
69.VF	1	0	0
13.GA	1	0	0
83.GA	1	0	0
30.GA	1	0	0
01.GA	1	0	0
84.JE	1	0	0
06.JE	1	0	0
04.JE	1	0	0
01.JE	1	0	0
84.MG	1	0	0
13.MG	1	0	0
06.MG	1	0	0
04.MG	1	0	0
01.MG	1	0	0
84.SI	1	0	0
34.SI	0	0	1
13.SI	1	0	0
83.SI	1	0	0
04.SI	1	0	0
30.SI	1	0	0
42.SI	1	0	0
84.LE	1	0	0
34.LE	0	0	1
13.LE	1	0	0
83.LE	1	0	0
04.LE	1	0	0
30.LE	1	0	0
69.LE	1	0	0
84.VN	1	0	0
34.VN	0	0	1
13.VN	1	0	0
83.VN	1	0	0
06.VN	1	0	0
04.VN	1	0	0
30.VN	1	0	0
01.VN	1	0	0

Figura. 4.16. Propuesta red distribución para la zona FRSE